









Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung.
Bd. IV. M. a. A.

Die

Peridineen der Plankton-Expedition.

Von

Dr. Franz Schütt,
Universitätsprofessor.

I. Theil.



Mit 27 Tafeln.

Kiel und Leipzig,
Verlag von Lipsius & Tischer.
1895.



I. Theil.

Studien über die Zellen der Peridineen.







Bekleidung oder Amphiesma.

Das Plasma der Peridineenzelle ist stets durch einen besonders differenzirten Theil gegen das umgebende Wasser abgegrenzt. Ich will diesen Theil, gleichviel welche weiteren Unterschiede derselbe zeigen mag, als Bekleidung oder Amphiesma bezeichnen. Bezüglich der Art dieser Bekleidung herrscht innerhalb der Gruppe eine sehr grosse Mannigfaltigkeit. Die Bekleidung hat deshalb für die Gesammtcharakteristik der Gruppe keine so grosse Bedeutung wie für die systematische Gliederung der Gruppe in Unterabtheilungen.

Klebs unterscheidet bei den Flagellaten zwei Grundformen der Bekleidung, die er als Periplast und als Hülle unterscheidet [1]. Diese Grundeintheilung will ich auch für die Peridineen annehmen, muss aber gleich bemerken, dass die Trennung hier etwas künstlich ist, da der Gegensatz bei den Peridineen kein so principieller ist, wie er nach Klebs bei den Flagellaten zu sein scheint.

Der Unterschied zwischen Periplast einerseits und Hülle oder Esthema andererseits beruht wesentlich auf dem Grade der Zusammengehörigkeit zum lebenden Protoplasma. Während die noch zum lebenden Plasma gehörende Bekleidung Periplast genannt wird, soll das den Charakter eines Ausscheidungsproduktes tragende, nicht mehr selbst lebende Kleid als Hülle oder Esthema bezeichnet werden.

Die Unterscheidung ist nicht ganz konsequent, weil Uebergänge zwischen beiden Typen vorkommen. Es giebt bei den Peridineen viele Fälle, die man, Klebs' Beispiel folgend, als Hülle bezeichnen würde, während doch die betreffenden Theile der Zelle noch keineswegs abgestorben sind, sondern noch als lebende Theile eines lebenden Ganzen zu bezeichnen sind, die allerdings in ihrer weiteren Entwicklung oder unter besonderen biologischen Verhältnissen ganz oder theilweise zur todten Hülle werden.

Die beiden Typen schliessen sich nicht gegenseitig aus. Bei einem Theil der Peridineen ist der Periplast zwar allein vorhanden, bei anderen herrscht das Esthema vor, aber auch in diesen Fällen existirt neben oder unter der Hülle noch ein Periplast, wenn auch in weniger stark differenzirter Gestalt, als sogenannte Hautschicht.

Periplast.

Die Hautschicht ist die einfachste Form der Bekleidung. Sie fehlt selbst den gepanzerten Peridineen nicht. Dort wo sie an Panzermembranen von ähnlichem Lichtbrechungs-

[1] G. Klebs, Flagellatenstudien. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie, 1892, Bd. LV, p. 272.

vermögen anliegt, ist sie meist nicht zu erkennen. Da aber überall dort, wo die Beobachtungsverhältnisse günstiger liegen, z. B. in der Nähe des Apex, wo sich die Zelle häufig nicht direkt an den Panzer anschmiegt (cf. Tafel 14, Fig. $46,_3$)[1]), oder beim Angrenzen an eine Wand von anderem Lichtbrechungsvermögen, wie z. B. einer weichen Sporenhaut, die Hautschicht erkennbar wird, so ist wohl anzunehmen, dass sie auch allgemein den Peridineenkörper abschliesst.

Recht deutlich wird sie bisweilen bei der freiwilligen oder künstlichen Plasmolysirung der Zellen. Tafel 14, Fig. $47,_3$ zeigt den optischen Längsschnitt einer lebenden Zelle, die ihren Inhalt vor der Sporenbildung von der festen Panzermembran zurückgezogen hat. Tafel 24 und 25 zeigen in Fig. 80 eine im vegetativen Zustand nackte Peridinee, *Gymnodinium lunula,* die zu gewissen Zeiten sich mit einer weichen Cellulosemembran von gedrehter Halbmondform umgiebt. Fig. $80,_1$, $80,_3$, $80,_4$ zeigen Stadien der Entwicklung, bei denen das Plasma sich von der weichen Membran *m* zurückzieht, um die kompressere Form des vegetativen *Gymnodinium* zu bilden, und dabei an den Stellen der freien Plasmaoberfläche *h* die Hautschicht deutlicher erkennen lässt.

Gewöhnlich erschien mir die Hautschicht farblos, durchsichtig und homogen, doch glaube ich in einzelnen Fällen, wo das Beobachtungsobjekt besonders günstig war, Differenzirungen in der Hautschicht wahrgenommen zu haben, die darauf deuten, dass dieselbe aus antiklinen sehr feinen Schichten von grösserer und geringerer Dichte zusammengesetzt sei. Wegen der theoretischen Bedeutung solcher Differenzirungen, die sehr für Bütschli's Protoplasmaauffassung zu sprechen scheinen, verweise ich auf später[2]).

Die Hautschicht besitzt je nach dem Träger derselben eine sehr verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen äussere Einflüsse. Bei manchen Sporenstadien und manchen Gymnodinien ist sie so zart und so wenig widerstandsfähig, dass sie schon nach kurzem Verweilen der Zelle unter Deckglas ohne Druck und ohne Anwendung von Reagentien von der erkrankenden Zelle gesprengt wird. Bei der Erkrankung der Zelle treten, wie später gezeigt werden wird, quellende Agentien auf. Diese können bewirken, dass die Hautschicht plötzlich an irgend einem Punkte reisst und einen Theil des Körnerplasmas aus der Lücke hervortreten lässt[3]). In anderen Fällen wird der Zusammenhang der peripherischen Schichten der absterbenden Zelle zwar gewahrt als Zeichen der weiteren Wirksamkeit der Hautschicht, sie hat aber nicht mehr die Fähigkeit, die Zelle straff zu umspannen, sondern der vorher glatte Umriss der Zelle ist jetzt entsprechend den Körnern der äusseren Plasmaschicht höckerig[4]). In den Fällen der zartesten

---

[1]) Die Hautschicht wurde bei den meisten Abbildungen nicht berücksichtigt. In den wenigen Figuren, wo sie gezeichnet wurde, ist sie deutlicher markirt, als sie in Wirklichkeit erscheint.

[2]) Bütschli, Ueber die Struktur des Protoplasmas. Verh. des Naturhist. Vereins zu Heidelberg am 3. Mai 1889.

Bütschli, Schaumstrukturen und protoplasmatische Schäume. Leipzig 1892.

[3]) Tafel 8, Fig. $33,_{10}$.

[4]) Tafel 21. Fig. $68\,a_{1-2}$.

Ausbildung der Zellhülle lässt die Zelle nach dem Absterben gar keine Hautschicht mehr erkennen.

Nicht immer bleibt der Periplast der Peridineen auf diesem als Hautschicht bezeichneten Stadium der Differenzirung stehen. Einzelne Beispiele zeigen eine weiter gehende Ausbildung. Das eigentliche Feld dieser Periplasten-Differenzirungen ist die Abtheilung der panzerlosen Gymnodinien. Bei ihnen wird der Periplast als Ersatz des schützenden Panzers in dickerer Schicht und festerer Beschaffenheit und wahrscheinlich auch chemisch veränderter Gestalt ausgebildet, sodass es oft schwer ist zu entscheiden, ob im gegebenen Falle noch »Periplast« oder schon »Hülle« (Esthema) vorhanden ist.

Periplast der Gymnodiniaceen in verschiedener Ausbildung:

Ein Beispiel der Bekleidung durch einen sehr zarten Periplast giebt *Gymnodinium spirale* Bergh var. *mitra* Schütt. Die lebende Zelle[1]) zeigt eine feine Hautschicht, die freilich schon die bei *Gymnodinium* sehr häufige Längsstreifung in zarter Ausbildung zeigt. Nach Einwirkung von Salpeterlösung, die zugesetzt wurde, um zu prüfen, ob sich durch Plasmolyse eine Hülle nachweisen lasse, zeigte sich nicht nur keine Hülle, sondern auch die Hautschicht war kaum und auch dies nur stellenweise zu erkennen[2]). An anderen Stellen des stark aufgequollenen deformirten Körpers war sie zerstört.

Noch leichter zerstörbar fand ich die Hautschicht von *Gymnodinium teredo* Pouchet. Diese zerfliesst schon ohne Einwirkung von Reagentien nach kurzem Verweilen der Zelle unter Deckglas[3]). Bei den meisten Gymnodinien ist im Gegensatz hierzu der Periplast viel dauerhafter und oft so widerstandsfähig gegen Reagentien, dass er besser als Haut zu bezeichnen wäre.

Der *Gymnodinium*-Körper zeigt häufig feine Längsstreifung. Diese beruht auf Faltenbildung der Körperoberfläche[4]). Diese ermöglicht die Volumvermehrung und -verminderung des Körpers ohne Dehnung und ohne Materialvermehrung und -verminderung des Periplasten. Eine einfache Hautschicht würde der Volumvermehrung und -verminderung des Körpers kein Hinderniss entgegensetzen auch ohne Falten des Körpers. Sehr zweckmässig erscheint diese jedoch, wenn die Bekleidung eine abgeschiedene, nicht oder wenig dehnbare Schicht über dem Körnerplasma ist. Dann kann man diese schon als »Hülle« bezeichnen. Eine objektive Unterscheidung wäre wünschenswerth.

Als bestes Kriterium dürfte das chemische Verhalten gelten. Aber auch dies ist nicht befriedigend. Verlangt man Cellulosecharakter, so liegt in den erwähnten Fällen keine »Hülle« vor, genügt chemische Abweichung irgend welcher Art von dem unterliegenden

[1]) Tafel 21, Fig. 68 a_1.

[2]) Tafel 21, Fig. 68 a_2.

[3]) Tafel 23, Fig. $74,_{6-9}$.

[4]) Tafel 21—22, Fig. 64—72; Tafel 21, Fig. $64._5$ giebt ein Stück der Körperoberfläche von *Gymnodinium cucumis* Schütt von der Fläche gesehen in starker Vergrösserung, um das Auskeilen der Falten zu zeigen, Tafel 21, Fig. $64,_6$ ein Stückchen bei noch stärkerer Vergrösserung. Zwischen den Hauptfalten zeigen sich noch feine Zwischenfalten. Tafel 21, Fig. 67 zeigt ein Stückchen vom Zellrand im optischen Querschnitt der Zelle von *Gymnodinium spirale* Bergh var. *contortum* Schütt; Tafel 22, Fig. $70,_{4-7}$: die Faltenbildung in Flächen- und Querschnittsbild für *Gymnodinium spirale* Bergh var. *obtusum* Schütt.

Protoplasma, so ist die einfachste Hautschicht auch schon Hülle zu nennen. Die Fälle der Wirklichkeit liegen zum Theil zwischen beiden. Man könnte als Kriterium dafür, ob die Schicht noch zum lebenden Protoplasma gehört oder Abscheidungsprodukt sei, das physiologische Moment benutzen, dass die erstere wieder mit den übrigen Plasmatheilen verschmelzen, von ihm direkt aufgenommen werden kann, letztere nicht. Das ist aber kein willkürlich anzuwendendes Reagenz. Man muss sich daher mit dem weniger sicheren Kriterium begnügen, welches die Trennbarkeit der fraglichen Schicht vom darunter liegenden Plasma giebt. Jeder Einzelfall verlangt dann aber für Entscheidung dieser Frage eine eigene Untersuchung, sobald es sich nicht um extreme, augenfällige Vorkommnisse handelt.

Wie leicht man sonst getäuscht werden kann, mag ein Versuch an *Gymnodinium pirum* Schütt zeigen. Dass in der dicken Gallerthülle, die die gelbe Zelle (Tafel 23, Fig. 76) einschliesst, eine echte Hüllenbildung vorliegt, ergiebt der erste Anblick. Ausserdem war die Zelle von einer dünnen Hautschicht umkleidet, die sich von der erwähnten von *Gymnodinium teredo* Pouchet (Tafel 23, Fig. 74) und *Gymnodinium spirale* Bergh var. *mitra* Schütt (Tafel 21, Fig. 68) äusserlich nicht unterschied. Bei Behandlung mit Pikrinschwefelsäure, dem bekannten Fixirmittel, schrumpfte der Zellkörper und löste sich wider Erwarten von der scheinbaren Hautschicht ab[1]), die darnach als »Hülle« gelten muss, wenn man die Trennbarkeit vom Plasmakörper als Kriterium ansehen will.

Kann man hier noch annehmen, dass die sich als innere Hülle ergebende scheinbare Hautschicht von *Gymnodinium pirum* Schütt ein Kunstprodukt sei, gewissermassen eine Niederschlagsmembran, die, schnell erhärtend, der folgenden Schrumpfung des Plasmas nicht folgen konnte, so fällt diese Erklärung für eine ähnliche Beobachtung an *Pouchetia Juno* weg. Die lebende, scheinbar nackte Zelle schien von einfacher längsstreifiger Hautschicht bedeckt. Während der Beobachtung ohne Einwirkung hinzugebrachter Chemikalien erkrankte die Zelle. Sie verlor ihre charakteristische Form, rundete sich ab, und dabei trat Plasmolyse ein. Die scheinbar plasmatische Hautschicht blieb als dünne Hülle zurück, und der schrumpfende, noch lebende Plasmakörper umgab sich mit einer neuen Hautschicht[2]).

Dies mag bezüglich der Ausbildung des Periplasts der Gymnodiniaceen als das eine Extrem gelten, während *Gymnodinium teredo* Pouchet als das andere erwähnt wurde, dieses ein Beispiel der Bekleidung mit zartester, leicht zerstörbarer Hautschicht, jenes ein Vertreter kräftiger Umhüllung mit einem hautähnlichen Periplast, der den Uebergang zu den eigentlichen todten Hüllen markirt.

Den Gymnodinien schliessen sich die nackten Sporenzustände der gepanzerten Formen in ihrem Verhalten gegen die Aussenwelt an, doch fallen die hier zu verzeichnenden Differenzirungen

---

[1]) Tafel 23, Fig. $76_{,2}$ zeigt die lebende Zelle; Tafel 23, Fig. $76_{,4}$ dieselbe nach Pikrinschwefelsäurebehandlung schwächer vergrössert, $76_{,3}$ ein Stückchen des Randes davon, stärker vergrössert; a = Aussenschicht der Gallerthülle, H = isolirte Hautschicht, Pl = der geschrumpfte Plasmakörper.

[2]) Tafel 27, Fig. $99_{,1}$ die lebende Zelle, $99_{,2}$ dieselbe nach freiwilliger Plasmolyse.

noch mehr ins Gebiet der eigentlichen Hüllenbildung und werden darum bei diesen besprochen werden.

Dass aber der Periplast selbst bei gepanzerten Formen, und zwar zu Zeiten, wo der Panzer noch als Schutz vorhanden ist, weitergehende Differenzirungen erleiden kann, zeigt eine Tafel 15, Fig. 50 skizzirte Zelle von *Diplopsalis lenticula* Bergh. An der vollkommen gepanzerten, in lebhafter Bewegung befindlichen Zelle war die Hautschicht nicht wahrzunehmen. Nach Behandlung mit Osmiumsäure, Alkohol und Aether war der Leib etwas geschrumpft, und dadurch die Hautschicht von der Panzermembran getrennt. Sie erschien jetzt deutlich als eine ziemlich kompakte, gleichmässig dicke Haut, die sich bei Behandlung mit Wasser und Kalilauge nicht nur als biegsam, sondern auch als dehnungsfähig erwies, indem dieselbe den Formveränderungen und Volumvergrösserungen des Inhalts beim Aufquellen durch Kalilauge und der darauf folgenden Volumverminderung des Plasmas bei Behandlung mit Essigsäure folgte [1]). Bei Behandlung mit Jod wurde die Hautschicht nur wenig gelb gefärbt, während das Entoplasma dunkelgelb gefärbt wurde.

Dieser Periplast von *Diplopsalis* zeigte noch eine weitere Differenzirung, die ich sonst noch nicht wieder aufgefunden habe. Die Aequatorialebene der Zelle war nämlich bedeckt mit einem breiten Kranz von feinen Plattensystemen, die, anscheinend von derselben Substanz wie die Hautschicht, sich auf derselben senkrecht nach innen erhoben [2]). Das System wurde gebildet von einer geringen Anzahl kleiner, gleich grosser Plättchen, welche in geringen Zwischenräumen parallel nebeneinander standen. Die Plattenrichtung der verschiedenen nebeneinander lagernden Systeme war aber verschieden. Die Platten verschiedener Systeme berührten sich nicht direkt, vielmehr wurde der Zusammenhang der verschiedenen Plättchen nur durch die Hautschicht, in die sie alle inserirt waren, vermittelt. Die Plättchen verhielten sich bei Behandlung mit Reagentien ebenso wie die Hautschicht, in welche sie inserirt waren.

Hülle oder Esthema.

I. Weiche Hüllen (Häute).

Sporenhäute und Cystenhäute.

a) innerhalb des Panzers.

Geschichtete Membranen. Bei der Sporenbildung treten Hautbildungen auf, die in der regelmässig vegetirenden Zelle nicht gebräuchlich sind. Tafel 15, Fig. $48_{,10\,ga}$ zeigt eine Zelle von *Peridinium globulus,* dessen Plasmavolumen etwas reducirt ist; es hat sich gleichmässig von dem noch unversehrten Panzer zurückgezogen. Der Zwischenraum zwischen Panzer und Plasma wird von einer sehr dicken, wasserreichen Membran eingenommen, die deutlich mehrere

[1]) Tafel 15, Fig. $50_{,12}$ in geschrumpftem; Tafel 15, Fig. $50_{,13}$ in gequollenem Zustand.
[2]) Tafel 15, Fig. $50_{,12\,a-b}$.

Schichten von verschiedenem Lichtbrechungsvermögen erkennen lässt. Ein ähnliches Stadium derselben Species zeigt Tafel 15, Fig. $48_{,11\,ga.}$ Etwas weiter differenzirt zeigen sich die Schichten bei einer (Tafel 16, Fig. $49_{,19}$) in ähnlichem Stadium wiedergegebenen Zelle von *Peridinium ovatum.*

Ein noch weiter fortgeschrittenes Stadium dieser konzentrisch geschichteten Hautbildung zeigt die in Tafel 8, Fig. $33_{,6}$ gezeichnete Zelle von *Gonyaulax polygramma* Stein. Die Zelle ist im Begriff, als Spore aus der alten Hülle auszuschlüpfen. Sie ist noch von dem alten, festen Panzer umgeben, aber die innerhalb des Panzers ausgeschiedenen Hautschichten sind stark geqnollen, haben den Panzer an der vorderen Spitze gesprengt, und quellen nun aus der Oeffnung hervor. Hier lässt die neue weiche Hülle drei Schichten erkennen, eine dünne äussere *a*, eine dicke mittlere Gallertschicht *g* und eine innerste dünne, die eigentliche Hautschicht *b*.

Tafel 8, Fig. $30_{,5}$ zeigt ein ähnliches Beispiel der Entstehung von konzentrischen dicken Hüllen bei der Sporenbildung. Tafel 8, Fig. $30_{,6}$ zeigt ein etwas abweichendes Verhalten. Der Panzer einer Zelle von *Goniodoma acuminatum* Stein, ist durch die Spore gesprengt und umgiebt die Gallerthülle der Spore scherbenartig. Die äusserste feine Schicht, die bei den früheren Beispielen fester war, scheint hier ganz zu fehlen resp. verquollen zu sein, sodass die Grenze der wasserreichen, dicken Gallerthülle im umgebenden Wasser gar nicht erkennbar wäre, wenn sich nicht um die vor der Sporengeburt abgestorbene Zelle zahlreiche Bakterien angesammelt hätten. Diese können nicht bis zum Plasmakörper vordringen, weil die dicke Gallerthülle sie zurückhält. Dies zeigt, dass die Gallerthülle nicht nur zur Sprengung des Panzers dient, sondern ausserdem noch einen weiteren Nutzen hat, indem sie als Bakterienfilter dient und dadurch der nackten Spore einen wesentlichen Schutz gewährt.

Nicht unmöglich erscheint es mir, dass auch die anderen, von mir ohne Gallerthülle gezeichneten Sporen doch eine solche besassen, die aber der Beobachtung wegen ihres dem Wasser gleichen Lichtbrechungsvermögens entging. Vielleicht wird sich ähnliches auch für die scheinbar schutzlosen Gymnodinien finden lassen. Während der eigentlichen Schwärmzeit der Spore erscheint das Mitschleppen einer dicken Gallerthülle nicht zweckmässig. Es ist darum wahrscheinlich, dass die schwärmende Spore nackt ist, wie sie auch von mir gezeichnet wurde. Ob die Hüllen der Regel nach nun gleich beim Verlassen des Panzers zurückgelassen werden, wie dies Tafel 16, Fig. $49_{,27}$ an einer Spore von *Peridinium ovatum* (Pouchet) Schütt zeigt, deren weiche Hüllen an der Geisselspalte angeheftet blieben, oder ob sie von andern erst nach dem Ausschlüpfen abgeworfen werden, lasse ich dahingestellt.

Auch gemeinsame Hüllen um mehrere Zellen kommen vor. Tafel 17, Fig. $51_{,1}$ zeigt eine Zelle von *Pyrophacus horologium* Stein, deren Inhalt sich von der Panzerwand zurückgezogen und eine weiche Hülle ausgeschieden hat, bevor er sich theilte. Die beiden jungen Zellen sind infolgedessen gemeinsam von doppelter Hülle umgeben, dem festen Cellulosegehäuse und der weichen Sporenhülle. In einer anderen Zelle, Tafel 17, Fig. $51_{,2}$ geht dies noch weiter: Hier sind vier Zellen in gleicher Weise gemeinsam von der doppelten Hülle umgeben.

b) freie Häute.

1. Hüllen ohne Cellulosecharakter.

Stein (**66**) zeichnet Tafel 2 *Gymnodinium aeruginosum* mit einer Gallerthülle ohne Struktur.

Klebs (**63**, 348) findet, dass *Gymnodinium fuscum* häufig eine Schleimhülle besitzt, die er durch Methylgrün, welches sie dunkelblau färbt, deutlich macht. An mit Osmiumsäure oder Pikrinsäure gefärbten Zellen lässt sie sich auch noch nachweisen und zeigt dann oft eine sehr schöne stäbchenförmige Struktur. Sie färbt sich nicht mit Karmin, Hämatoxylin, Eosin, Nigrosin, dagegen sehr intensiv mit Methylviolett. Er erinnert an die Aehnlichkeit mit der stäbchentragenden Membran an manchen Euglenen und die Trichocysten der Infusorien. Pouchet (**84**, 42) vermuthet, dass die Gallerthüllenbildung auf einem krankhaften Zustande beruhe.

Wie in Form und Lebensweise, so verhalten sich die Sporen der gepanzerten Peridineen auch bezüglich der Hüllenbildung den nackten Peridineen, den Gymnodinien ähnlich. Zwischen beiden stehen die sogenannten Cysten, mit zusammenhängender Haut umkleidete Formen, von denen nur durch entwicklungsgeschichtliche Studien zu entscheiden ist, was aus ihnen wird, eine gepanzerte Form oder ein nacktes *Gymnodinium*, wenn überhaupt die Cyste zu den Peridineen führt.

Die Hüllen dieser Cysten sind oft sehr dick. Einen sehr einfachen Typus der Hüllenbildung zeigt eine in Tafel 26, Fig. $91,_1$ skizzirte Cyste. In einen formlosen Gallertklumpen eingebettet liegen 16 Zellen. Den Schlüssel zu diesem Bild geben die in Tafel 17, Fig. $50,_{1-2}$ und Tafel 16, Fig. $49,_{26}$, und Tafel 8, Fig. $30,_5$ und $33,_6$ abgebildeten Stadien der Sporenbildung. Es handelt sich hiernach bei dieser Cyste um eine weitergehende Theilung einer Spore in Gallerthülle, der noch die Reste des gesprengten Panzers wie Scherben anhaften. Jede einzelne Spore ist dann noch umgeben von einer eigenen dünnen Schicht, die bei weiterer Theilung eine gemeinsame Hülle um die Tochterzellen bilden muss. Da dies auch bei den früheren Theilungen stattgefunden haben wird, so muss die scheinbar homogene Gallerthülle aus einem System ineinander geschachtelter Hüllen bestehen, die aufeinander folgend je 2, 4, 8, 16, 32, 64 [1]) Zellen umschliessen.

Die gewöhnlichste Form der Hüllenbildung ist die in Tafel 23, Fig. $76,_2$; Tafel 26, Fig. $92,_{2-3}$; Tafel 24, Fig. $77,_6$, Fig. $77,_4$ abgebildete. Die dicke Gallerthülle ist nach aussen durch eine dünne festere Schicht abgeschlossen und nach innen so stark verquollen, dass sie einer mit Wasser gefüllten Blase nicht unähnlich ist [2]). Dass die Verquellung hier sehr weit geht, beweist die Geissel, die sich innerhalb der Cystenschicht bewegen kann. Aehnlich weit muss auch die Verquellung der Sporenhülle innerhalb des Panzers gehen, denn auch hier zeigen die Geisseln innerhalb der geschlossenen Hüllen schon Bewegung [3]).

In anderen Cysten zeigt sich ein entgegengesetztes Verhalten, indem hier die Verquellung von innen nach aussen zunimmt, sodass die äussersten Schichten die wasserreichsten sind. Ohne Reagentien lassen sich diese wegen mangelnder festerer Aussenschicht im umgebenden Wasser bisweilen kaum erkennen. Tafel 23, Fig. $75,_2$ zeigt eine solche Cystenmembran, die erst durch verdünnte Kalilauge als geschichtete Hülle kenntlich gemacht wurde. Nach Färbung mit

[1]) Die Theilung geht noch einigemal weiter, als das skizzirte Exemplar es zeigt.

[2]) Eine durch Chlorzinkjod zum Verquellen gebrachte Zelle füllte den ganzen Raum innerhalb der äusseren Hautschicht der Hülle, die dadurch als wassergefüllte Blase gekennzeichnet wird.

[3]) *Pyrophacus horologium* Stein, Tafel 17, Fig. $51,_{1-2}$.

Safranin war sie in den innersten Theilen zart rosenroth, nach aussen nahm diese Färbung ab in dem Verhältniss, wie dies in der Figur in Grau angedeutet wurde. Die äussersten Schichten bleiben fast farblos. Diese Farbenreaktion deutet auf Abnahme der Membransubstanz nach aussen, d. h. schichtenweis zunehmende Verquellung.

Die Gallerthülle umschliesst den Körper nicht dicht, sondern ist, wie der nach oben gerichtete dunklere Streifen lehrt, für einen grösseren als den von ihr beherbergten Körper angelegt. Innerhalb der Gallerthülle ist der Körper dicht umschlossen von einem Periplast *H*. Eine noch weiter gehende Differenzirung der Gallerthülle liess sich erkennen bei einer farblosen Zwillingscyste (Tafel 22, Fig. $73,_{1-3}$). Die lebende Zelle wird umhüllt von einem dünnen Periplast *H*, dieser von einer dicken Gallerthülle *m*, die ihrerseits in einer zweiten noch dickeren Gallerthülle gelagert war. Nach Fixirung der Zelle mit Osmiumsäure liess die innere Gallerthülle feine radiale Streifung erkennen, die sich bei guter Beleuchtung in radiale farblose Punktreihen auflösen liess (Tafel 22, Fig. $73,_{3\,i-m}$). Gegen Methylenblau in verdünnter wässeriger Lösung zeigte die Hülle verschiedene Aufnahmefähigkeit. Die äusserste Schicht zeigte 3 konzentrische Zonen, von denen die äusserste dunkelblau, die zweite hellblau und die dritte wieder dunkelblau gefärbt wurde (Tafel 22, Fig. $73,_{3a}$). Nun folgte eine dicke Schicht zwischen *a* und *m*, deren hellblauer Ton nach innen kontinuirlich abnahm, diese innerste Schicht *m* — *i* wurde von verdünntem Methylenblau nicht gefärbt. Dass der Grund dieser Farbenabnahme nach innen nicht in ungenügender Diffusionszeit zu suchen sei, sondern in verschiedener Neigung Farbstoff aufzuspeichern, beweist die Farbenreaktion des Plasma, das schon gefärbt war, und zwar der Plasmakörper grün, der Kern dunkelblau, während gleichzeitig die inneren umhüllenden Schichten noch farblos waren. Konzentrirtere Methylenblaulösung eignet sich nicht zu der Differenzfärbung, da sie die Gallerthülle zu stark färbt und dadurch die feinen Unterschiede verdeckt.

Diese zuletzt charakterisirte Gallerthülle zeigt jedenfalls eine ganz merkwürdig weitgehende Differenzirung. Diese verglichen mit den vorher beschriebenen Typen ergiebt eine sehr grosse Verschiedenheit in dem Bau der scheinbar so einfachen Schleimhüllen, die sicher auf ebenso grosse Verschiedenheit in der Entstehungsgeschichte hinweist und darum der Entwicklungsgeschichte eine Reihe neuer Fragen vorlegt.

2. Cellulose-Membran.

Klebs (**63**, 349) sagt für *Gymnodinium pulvisculus:* »Die äussere Begrenzung bildet eine zarte, durch Chlorzinkjod gelb färbbare Zellhaut«. Die Zellhaut von *Hemidinium* erscheint nach Klebs (**63**, 348) feinkörnig, bisweilen feinstreifig, sie soll abhebbar sein, während Stein nur eine resistente Rindenschicht annahm; sie soll sich mit Jod gelb, mit Chlorzinkjod braun färben. Blaufärbung konnte er nicht erzielen.

Alle diese Fälle dürften sich auf Periplaste und ihre Uebergänge zur Membran beziehen, wie namentlich ihre Jodreaktion darthut. Wirkliche Membranen dürften die folgenden Notizen betreffen. Pouchet (**84**, 46) will die häutigen Cysten als Zellmembran ansehen, ohne irgend eine Analogie mit der Ausscheidung der Gallerte gewisser Peridineen unter gewissen Umständen. Die Membran von *Glenodinium cinctum* soll sich in Chlorzinkjod schwach röthlich färben, dagegen in Jod und Schwefelsäure blau werden. Nach Bütschli (**88**, 535) besitzt *Glenodinium cinctum* eine dünne Hülle, die erst durch tödtende Reagentien deutlich sichtbar wird. Sie soll Cellulosereaktion zeigen. Stein (**66**) und Bergh (**60**) beschreiben diese Membran als strukturlos, während Klebs (**79**) hier eine zarte Andeutung von Täfelung findet. Nach dieser letzten Angabe wäre es zweifelhaft, ob nicht diese letzterwähnten Bildungen schon unter die Rubrik »Panzer« zu verweisen wären.

Die Gallerthüllen kann man als Zwischenstadium zwischen Periplast und der eigentlichen Membran auffassen; sie tragen mehr den Charakter temporärer Ausscheidungsprodukte, als den von Dauermembranen. Ihr hoher Wassergehalt, ihre mangelnde Festigkeit, ihre chemischen Reaktionen trennen sie von den eigentlichen Membranen. Die gewöhnlichste Bekleidung ist für die Peridineen ebenso wie für die übrigen Pflanzenzellen die Cellulose-Membran; die gewöhnliche einfach schlauchförmige Ausbildung ist hier jedoch die Ausnahme, da die Hülle bei den meisten Formen noch eine weitergehende Differenzirung erleidet.

Als Beispiel des einfachsten Typus mag *Gymnodinium lunula* (Tafel 24—25, Fig. 80) dienen, das, wenn man von den nicht grünen, sondern gelben Chromatophoren, die denen der Diatomeen sehr ähnlich sind, absieht, sehr an eine Desmidiacee erinnert. Die Zelle ist hier umschlossen von einer vollkommen gleichmässig zusammenhängenden, wie ein allseitig geschlossener Sack ohne Naht erscheinenden dünnen Membrau, die mit Chlorzinkjod regelrechte Cellulosereaktion zeigt. Bei Beginn der Einwirkung von Chlorzinkjod färbt sich die Membran nicht über die ganze Fläche gleichmässig, sondern einzelne unregelmässig lappig umgrenzte Flecken färben sich (cf. Tafel 24, Fig. $80_{,12}$), die Zwischenräume bleiben farblos, nach und nach nimmt jedoch die ganze Membran die für Pflanzenzellen charakteristische violettblaue Farbe an. Die Membran ist stark doppelbrechend, dichroitisch, die Lage der optischen Elasticitätsaxen wie auch sonst bei Pflanzenmembranen, d. h. die kurze Axe des Elasticitätsellipsoids senkrecht zur Fläche (cf. Tafel 24, Fig. $80_{,13}$)[1]).

Für die Gattung *Glenodinium* wird das Vorhandensein einer zusammenhängenden nahtlosen Membran als charakteristisch angegeben. Da ich keine eigenen Untersuchungen über dieselbe angestellt habe, so enthalte ich mich des Urtheils.

II. Feste Hüllen (Panzer).

Die gewöhnlichste Bekleidung der Peridineenzelle stellt eine panzerartig feste Hülle dar, die schon mehrfach Gegenstand der Studien gewesen ist. Bütschli, Klebs, Bergh und namentlich Stein haben über die Natur dieser Hülle viel Neues gebracht. Bütschli (**87**) hat dann das vorhandene Beobachtungsmaterial in seinem Protozoenwerk so ausführlich wiedergegeben, dass ich hier darauf verzichten kann, die ganze Literatur zu citiren. Indem ich die Kenntniss dieser Bütschli'schen Bearbeitung voraussetze, bringe ich hier im wesentlichen meine eigenen Beobachtungen[2]), die zum Theil die früheren bestätigen, zum Theil erweitern, zum Theil ganz neu oder abweichend vom Früheren sind.

Die Substanz der Membran wurde schon früher als eine in Kupferoxydammoniak nicht lösliche Cellulosemodifikation aufgefasst, die als Cellulose durch die Jodreaktion charakterisirt wird. Ich kann diese Angaben bestätigen, Chlorzinkjod, Jod und Schwefelsäure färben die Membran violettblau resp. blau, ebenso die Angabe, dass schwächere Mineralsäuren und Kali-

[1]) Cf. damit, dass der Periplast von *Gymnodinium contortum* (Tafel 21, Fig. 68b) sich als nicht doppeltbrechend nnd mit Chlorzinkjod nicht färbbar erwies.

[2]) Auch bei Besprechung des Plasmakörpers setze ich die Kenntniss der vorzüglichen Bearbeitung Bütschli's vorans, kann dort aber nicht umhin, die wichtigsten Angaben der Literatur zu citiren, um wenigstens die Ansichten der neueren Bearbeiter der Gruppe, die für Plasmaverhältnisse überhaupt nur in Rechnung kommen, zu charakterisiren.

lauge sie nicht löst. Bei Einwirkung von warmer Kalilauge fand ich keine Lösung der ganzen Membran, wohl aber einen Zerfall in mehrere Stücke, die auf Lösung einer Kittsubstanz zwischen einzelnen Theilen der Membran, auf die später eingegangen werden wird, zurückzuführen ist. Auf dem Deckgläschen geglüht, verbrennt die Membran ohne Zurücklassung eines Kieselskeletts, sie ist also im Gegensatz zu der der nahe verwandten Diatomeen und auch zu den Angaben, die über fossile Peridineen der Kreideformation gemacht sind, wenig oder gar nicht mit Kieselsäure imprägnirt.

Doppelbrechung. Die Untersuchung im polarisirten Licht ergab eine starke Doppelbrechung. Die optischen Elasticitätsverhältnisse liegen ebenso wie bei den übrigen Pflanzenmembranen; die kleine Axe der optischen Elasticitätsellipse liegt senkrecht zur Flächenausdehnung der Membran (cf. den optischen Schnitt der Membranen in Tafel 24, Fig. $80,_{13}$). In den unregelmässigen Membranverdickungen erleidet dies eine scheinbare Ausnahme insofern, als hier die Elasticitätellipse immer der Richtung der auf die Membranverdickung aufgesetzten Verdickungsleisten folgt. In Wirklichkeit ist dies aber keine Ausnahme, da man die Verdickungsleisten als senkrecht auf der Grundmembran aufsitzende Membranflächen auffassen muss, die dann ihrerseits wieder die Elasticitätsaxe parallel der Fläche zeigen. Hierdurch kommt dann trotz der Gleichmässigkeit in der Anordnung heraus, dass bei sich kreuzenden Verdickungsleisten auch die optischen Axen über derselben Grundmembran sich kreuzen.

Panzergliederung. Die Membran ist starr und wenig biegsam, sie erhält dadurch allein schon eine Aehnlichkeit mit einer Panzerung des Zellleibes, die noch dadurch vermehrt wird, dass sie nicht gleichmässig strukturlos die Zelloberfläche bedeckt, sondern scharf abgegrenzte Gliederung der Oberfläche zeigt, die mit der Plattengliederung eines Panzers wohl verglichen werden kann.

Strukturverhältnisse. Ausser der Hauptgliederung besitzt der Panzer noch zahlreiche andere feinere Struktureigenthümlichkeiten, die sowohl für die specielle Systematik wie für die allgemeine Zellenlehre von grossem Interesse sind. Diese Struktureigenthümlichkeiten sind mannigfacher Art, ihre Verschiedenheiten spielen für die Speciesunterscheidung der Peridineen eine hervorragende Rolle, wie dies namentlich in dem klassischen Tafelwerk Stein's (66) vorzüglich zum Ausdruck kommt. Da diese Seite der Betrachtung schon durch Bütschli (87) genügend gewürdigt ist, so kann ich mich hier auf das für die allgemeine Zellenlehre Interessante beschränken.

Die Struktureigenthümlichkeiten lassen sich in drei Haupttypen gliedern, Streifen, Areolen und rundliche, porenähnliche Zeichnungen, deren Natur noch streitig ist. Natur und Zweck dieser Struktureigenthümlichkeiten wird am besten verständlich, wenn man die Entstehung derselben verfolgt. Wie die sog. nackten Peridineen Zeit ihres Lebens ohne Panzer leben, so kommt auch bei den gepanzerten Formen eine Zeit vor, wo sie diesen Panzer nicht besitzen, und nur von einem zarten Periplasten bekleidet sind. Dieser im Sporenstadium durchlaufene Zustand dauert aber bei den Panzerträgern nur kurze Zeit. Nimmt man diesen Zustand als Ausgangspunkt, so erklären sich die Eigenthümlichkeiten der Membranbildung zum grossen Theil aus dem Streben der Zelle, sich mit möglichst geringem Aufwand von Material eine widerstandsfähigere Hülle zu verschaffen. Einige andere Gesichtspunkte, die hier auch noch in

Rechnung kommen, und durch biologische Verhältnisse bedingt sind, werden an anderem Orte besprochen.

Die Membran erscheint ursprünglich als feines strukturloses Häutchen, das sehr bald ein unregelmässiges, lokalisirtes, centrifugales Dickenwachsthum zeigt. Als erstes Merkmal bei diesem Dickenwachsthum lassen sich meist kleine feine, punktförmige Lücken, die ich »Poren« nennen will, erkennen.

Die Poren wurden erkennbar bei *Peridinium ovatum* (Tafel 16, Fig. $49,_{1-31}$), das ich als Beispiel wählen möchte, sobald überhaupt die Membran als eigene Schicht deutlich wurde; man kann sie also noch von der Besprechung des Dickenwachsthums ausschliessen und als Unterbrechungen der Membran, die sogleich mit ihr entstehen, ansehen (Tafel 16, Fig. $49,_{10b}$). Die Verstärkungen werden nach aussen angefügt, aber nur stellenweise, während andere Stellen unverdickt bleiben. Die Auswahl dieser Verdickungen wird nach ähnlichen mechanischen Principien getroffen, wie wir sie schon lange bei vielen Zellmembranen höherer Pflanzen, besonders bei den Zellwandverdickungen der Gefässbündel, kennen. Sie unterscheiden sich aber principiell von ihnen dadurch, dass sie nicht nach innen, wie bei den Gefässbündeln, sondern aussen aufgesetzt werden und centrifugal, ohne Berührung mit dem Plasma des Zellinneren, weiterwachsen.

Das erste, was wir von den Verdicknngen bei der erwähnten Form bemerken, sind an den Grenzen der Längs- und Querfurche feine streifenförmige Membranwülste, die nach und nach sich mehr erheben und schliesslich auswachsen zu den eigenthümlichen Flügelleisten, welche die Furche mehr oder minder vollständig begrenzen und der ganzen Zelle ein besonders charakteristisches Gepräge verleihen [1]). Ferner sieht man an den Grenzen der einzelnen Panzerplatten, die hierdurch erst als solche gekennzeichnet werden, feine leistenförmige Verdickungen der Membran auftreten, die aber in ihrem Wachsthum weit hinter dem der Flügelleisten zurückbleiben [2]). Ausser diesen stärkeren Hauptleisten erheben sich später auf der Aussenfläche der Membran noch weitere feinere sekundäre Leisten, welche die Membran in eine Anzahl kleiner Felder oder Areolen theilen [3]).

---

[1]) Cf. *v Fl, h Fl, l Fl, r Fl,* die auf den meisten Figuren von Tafel 1—20 wiederkehren.

[2]) Cf. *L* in Tafel 8, Fig. $30,_3$. Aehnliche mehr oder minder stark hervortretende Hauptleisten zeigen Tafel 8, Fig. $30,_5$ u. $_6$; 33 a_2 u. a_3, $33,_{4-6}$; Tafel 9, Fig. $32,_1$; Tafel 13, Fig. $44,_1$ u. $_3$, $43,_{18}$; Tafel 14, Fig. $46,_2$; Tafel 16, Fig. $49,_7$, $49,_{25}$, $49,_{26}$, $49,_{27}$; Tafel 17, Fig. $52,_{2-4}$, 53, $54,_2$; Tafel 18, Fig. $55,_{1-2}$, $55,_3$ zeigt die starken Hauptleisten am Rande. Tafel 20, Fig. $59,_{1-2}$, $61,_{27-28}$.

[3]) Tafel 17, Fig. $52,_3$ zeigt dicke vertikale Hauptleisten und senkrecht dazu feine Sekundärleisten. $52,_8$ zeigt ein Stück des Panzers mit diesem Leistensystem stärker vergrössert. Die Areolen sind in diesem Fall langgestreckte, rechteckige Feldchen, die von Hauptleiste zu Hauptleiste gehen. In Fig. $52,_2$ ist die Fläche durch feine, vertikale Adventivleistchen in kleinere, rechtwinklige Feldchen getheilt. Diese regelmässige, grossmaschige Rechteck-Areolirung ist bei den Peridineen selten, viel häufiger findet sich eine feine Sechseck-Areolirung, wobei die Leisten nach Art der Wände der Bienenwaben aneinander stossen. Cf. auf derselben Tafel Fig. $54,_2$. Tafel 1—20 giebt zahlreiche Beispiele hierfür. Für *Dinophysis acuta* Ehr, Tafel 1, Fig. $4,_5$ ist ein Stückchen der Areolirung in der Oberflächenansicht gezeichnet. Die Sechsecke sind nicht immer so regelmässig. *Dinophysis sphaerica,* Tafel 1, Fig. $7,_2$ zeigt sehr feine, nicht ganz regelmässige Sechseck-Areolirung. Sehr grobe Areolirung zeigt *Phalacroma Argus* Stein, Tafel 3, Fig. $15,_1$. Weitere Beispiele der Sechseck-Areolirung geben Tafel 3, Fig. $14,_1$, $16,_3$, $17,_1$; Tafel 4, Fig. $18,_1$, $18,_3$; Tafel 5, Fig. $24,_{1-2}$. Unregelmässig, Drei- bis Vieleck, Tafel 7, Fig. $28,_{2-7}$; Tafel 8, Fig. 33 a_{1-3}; Tafel 12, Fig. $43,_{3, 4, 5, 7, 8, 9}$; Tafel 16, Fig. $49,_{7, 8, 9, 10a}$.

Die Areolen, die unverdickten oder wenig verdickten Stellen der Membran, werden häufig in Gestalt verhältnissmässig kleiner, kreisförmiger, porenähnlicher, durch grössere Flächen der verdickten Membran getrennter Flecke angelegt. Sie erhalten in diesem Fall ganz porenähnlichen Habitus, der dadurch noch leichter zu Täuschungen Veranlassung geben kann, dass sie vielfach noch dieselbe Form und Grösse wie die sie begleitenden Poren haben, und ausserdem mit diesen gleichmässig gemischt über die Zelloberfläche zerstreut sind[1]). Die Poroiden, so will ich diese areolären Bildungen wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Poren nennen, sind früher meist mit den Poren zusammengeworfen worden; es sind deshalb die älteren Angaben über Porosität in der speciellen Morphologie der Peridineen daraufhin zu revidiren. Wenn nicht an Form und Lagerung, so sind die richtigen Poren und die Poroiden doch an ihrer verschiedenen Lichtbrechung zu unterscheiden[2]).

Leisten. In den meisten Fällen geschieht die Zellwandverdickung nicht so gleichmässig über die ganze Fläche, dass die Areolen nur als kleine, porenähnliche Lücken erscheinen, sondern gewöhnlich bildet der unverdickte Theil die Grundfläche der Membran, auf der die Verdickungen als leistenförmige Erhebungen entstehen, welche eben dadurch die Areolen bilden, dass sie sich netzartig untereinander verbinden.

Freie Leisten. Bei vielen Peridineenformen fällt dagegen die Areolenbildung überhaupt weg, weil die Leisten sich hier nicht mehr netzartig zu einem System verbinden, sondern selbständig gelagerte Streifen bilden, welche in gerader Richtung verlaufen, und sowohl alle parallel verlaufen können[3]), als auch kleine gebogene[4]), einfache oder verzweigte Züge darstellen können, oder auch ganz unregelmässige Linien beschreiben, die sogar mehr oder minder verzweigt, ja fast baumartig verästelt sein können[5]). Auch Mischungen dieser verschiedenen Systeme kommen vor.

Mechanisch wirken diese lokalisirten Wandverdickungen ähnlich wie die ring-, spiral-, netzförmigen Wandverdickungen der Gefässe höherer Pflanzen, d. h. es wird dadurch erreicht, dass die Wand bei verhältnissmässig geringem Materialverbrauch doch eine grosse mechanische Widerstandsfähigkeit erhält. Gleichzeitig wird damit noch der zweite Vortheil gewonnen, dass die Membran trotz grosser Festigkeit dem Diffusionsstrom zwischen Zellinneren und umgebendem Wasser einen viel geringeren Widerstand entgegensetzt, als wenn die Zelle über die ganze

[1]) Cf. Tafel 1, Fig. $1,_{1-2}$. Tafel 2, Fig. $10,_{2}$, $11,_{1}$, $12,_{1}$; Tafel 4, Fig. $20,_{1}$; Tafel 12, Fig. $43,_{11}$.

[2]) Poren und Poroiden gemischt zeigt Tafel 1, Fig. $5,_{4}$, die Poren sind dunkel, die Poroiden hell. Aehnliches zeigt Tafel 2, Fig. $9,_{3}$, $13,_{1}$; Tafel 7, Fig. $29,_{1}$. Wenn die Poroiden sehr eng aneinander liegen, sodass der Raum zwischen ihnen schmäler ist als ihre Grundfläche, so erhält dieser Leistencharakter, und die Poroiden werden rundlich-eckig nnd bilden damit den Uebergang zu den Sechseck-Areolen (cf. Tafel 2, Fig. $13,_{5}$).

[3]) Tafel 18, Fig. $55,_{1-2}$ u. $_{7-8}$ zeigt parallelen Verlauf der Leisten. Hauptleisten, Fig. $55,_{8\,gl}$, wie Nebenleisten sind der Längsaxe der Zelle parallel, nur an der vorderen, resp. hinteren Plattengrenze sind die Hauptleisten quer gerichtet. Die langgestreckten, unverdickten Zwischenräume lassen sich als verlängerte Viereckareolen auffassen, die von der vorderen zur hinteren Plattengrenze gehen.

[4]) Cf. die schriftähnlichen Leistenzüge von Tafel 6, Fig. $26,_{2}$ und einige derselben stärker vergrössert $26,_{3}$.

[5]) Unregelmässig verzweigte, gekrümmte Leisten sind häufig bei den Ceratien. Ein Beispiel zeigt Tafel 9, Fig. $39,_{5}$.

Oberfläche gleichmässig verdickt wäre, da ja die grosse unverdickt gebliebene Fläche nur geringen Widerstand bieten kann, während die Verdickungsleisten als Weg für diffundirende Flüssigkeiten wohl kaum zu rechnen ist.

Die Ausgestaltung dieser Verdickungen ist nun sehr mannigfaltig, und bei verschiedenen Species sehr verschieden, aber für die Species oft charakteristisch. Die Verdickungsverhältnisse der Membran der Peridineen sind sowohl physiologisch, wie biologisch, wie morphologisch denen der Diatomeen sehr ähnlich. Einige der diesbezüglichen Punkte habe ich schon im ersten Bande der Ergebnisse der Plankton-Expedition: »Pflanzenleben der Hochsee« (**125**) erwähnt und kann sie darum hier übergehen.

S t a c h e l n , K ä m m e. Dort, wo sich die verschiedenen Leistensysteme kreuzen, erheben sich die Leisten vielfach über die gewöhnliche Höhe des Systems zu mehr oder minder grossen Spitzen oder selbst langen Stacheln[1]). Auch einzelstehende Leisten können von verdickten Adern durchzogen werden[2]), die sich dann noch über das Niveau der Leisten erheben, sodass kammartige Leistenzüge entstehen[3]). Auch das freie Ende von Leisten kann durch knopf- oder stachelartige Erhebungen markirt sein[4]). Auf isolirten Stellen können einzelne Stacheln stehen[5]). Der Zweck dieser Stacheln, so weit sie als in Leisten eingesprengte stabförmige Verdickungen erscheinen, dürfte in der Verstärkung der mechanischen Festigkeit der Leisten selbst zu suchen sein, da diese, ähnlich wie die Grundmembran, durch solche Strebepfeiler und das Aussparen unverdickter Stellen mit verhältnissmässig wenig Material doch grosse Festigkeit erreichen. In vielen Fällen scheint der Stachel weniger zur Unterstützung der Leiste, als die Leiste zur Festigung des Stachels da zu sein, d. h. der Stachel ist die Hauptsache, die Leiste ist accessorisch und hat nur den Zweck eines Strebepfeilers, um den dünnen langen Stachel vor dem Abbrechen zu schützen[6]).

Die stachelförmigen Erhebungen über die Leisten sowohl wie die isolirten Stacheln, und zum Theil die scharfen Leisten selbst dürften noch einen anderen Zweck für die Zelle haben, nämlich den von Schutzwaffen. Ein Blick auf die kamm-, messer- und sägeartig gezackten scharfen Vorsprünge der Membran lehrt, eine wie wirksame Waffe diese Dinge gegen kleine feindliche Thiere sein müssen.

---

[1]) Tafel 7, Fig. 28,$_{2, 5, 7}$; Tafel 8, Fig. 30,$_{4}$; Tafel 9, Fig. 32,$_{1}$ *St.*

[2]) Tafel 14, Fig. 46,$_{2-5}$; cf. die stereotypen Verstärkungsstacheln der linken Längsfurchen-Flügelleiste *l Fl* in Tafel 1, Fig. 4,$_{1-5}$, Fig. 5,$_{1-3}$, Fig. 6,$_{1-3}$, 7,$_{1}$; Tafel 2, Fig. 8,$_{1}$, 9,$_{1-5}$, 13,$_{2-4}$; Tafel 3, Fig. 14,$_{3}$, 15,$_{1}$, 17,$_{1-4}$, Tafel 4, Fig. 18,$_{1}$, 19,$_{1-3}$, 20,$_{1}$; Tafel 5, Fig. 21,$_{1-2}$, 23, 24,$_{1-2}$; Tafel 6, Fig. 25,$_{1}$; Tafel 7, Fig. 28,$_{2}$; Tafel 8, Fig. 30,$_{4, 6}$; Tafel 9, Fig. 32,$_{1}$; Tafel 14, Fig. 44,$_{6}$. Die Leisten der Querfurchen-Flügelleisten werden für sich besprochen.

[3]) Tafel 11, Fig. 40,$_{36}$.

[4]) Tafel 6, Fig. 26,$_{3}$.

[5]) Tafel 4, Fig. 20; Tafel 6, Fig. 25; Tafel 9, Fig. 32; Tafel 18, Fig. 55.

[6]) Z. B. bei dem hinteren Stachel von Tafel 2, Fig. 9,$_{1-5}$ und von Tafel 4, Fig. 19,$_{1-3}$, ebenso den drei hinteren und dem dorsalen Stachel von Tafel 4, Fig. 20,$_{1-2}$; Tafel 6, Fig. 25,$_{1-2}$; den hinteren Stacheln von Tafel 9, Fig. 32,$_{1}$. Sehr deutlich ist dies Verhalten bei Tafel 18, Fig. 55,$_{1-6}$, auch bei Tafel 18, Fig. 57,$_{1-5}$ und 58,$_{1-8}$; Tafel 19, Fig. 56,$_{1-21}$.

Dass die Stachelleisten-Wandverdickungen zu dem Zweck bei manchen Arten zu so bedeutender Grösse anwachsen, um als Schutzwaffe zu dienen, wird noch wahrscheinlicher gemacht durch die Wahrnehmung, dass manche Arten denselben biologischen Effekt durch ganz andere morphologische Mittel erzielen und dabei zu zwar morphologisch ganz ungleichartigen, aber äusserlich ähnlichen Bildungen gelangen. Dies sind die Hörner, die im Gegensatz zu den als Wandverdickungen aufzufassenden Stacheln mit Plasma erfüllte Aussackungen der Membran sind. Bei den Ceratien sind solche Hörner von bedeutender Länge ausgebildet. Bei der Gattung *Peridinium* geht Hornbildung und Schutzstachelbildung nebeneinander her und äusserlich scheinbar ineinander über, indem in einem Falle die Hörner dick, deutlich hornartig sind (Tafel 14, Fig. $44,_{5}$). Im anderen Falle (Tafel 14, Fig. $45,_{1-5}$) ist das Lumen des Horns enger, am Ende schwindet es und ist stellenweise vom Stachel nicht mehr zu unterscheiden. Bei anderen Vertretern der Gattung ist die Hornbildung ganz unterdrückt und nur die biologisch gleichwirkenden Hinterstacheln treten an die Stelle derselben (cf. Tafel 14, Fig. 46; Tafel 15, Fig. 48).

Eine nicht leicht verständliche Bildung findet sich bei *Citharistes* (Tafel 5, Fig. 24). Den Schlüssel zum Verständniss giebt *Dinophysis uracantha* Stein. Man hat den Körper als nach demselben Panzerschema aufgebaut zu verstehen, nur ist die Körperform nicht in der für die Familie typischen Eigestalt ausgebildet, sondern unregelmässig wurstförmig. Die Wurst selbst ist halbmondförmig gebogen, sodass das Hinterende dorsalwärts nach vorn gerichtet ist. An dieser umgebogenen Spitze sitzt ein dem Hinterstachel von *Dinophysis uracantha* entsprechender Stachel, der ganz nach vorn umgeknickt ist, sodass sein Ende sich der hinteren Querfurchenflügelleiste anlegt. Seitlich an diesem Stachel sitzen breite Flügelleisten. Diese sind so weit dorsalwärts umgeschlagen, dass sie den von dem gekrümmten Körper gebildeten Hohlraum seitlich überdecken. Auf diesen Hohlraum komme ich später bei Besprechung des Plasmakörpers noch einmal zurück.

Flügelleisten. Einzelne Leistensysteme sind durch so starke Entwicklung ausgezeichnet, dass sie besondere Erwähnung und Benennung verdienen. Weil sie sich flügelartig vom Körper erheben, verdienen sie den Namen Flügelleisten. Solche Flügelleisten zeigt das Hinterende von *Ornithocercus magnificus* Stein in besonders schöner Ausbildung (Tafel 5, Fig. $21,_{1-2}$ *a Fl.*) Die oben erwähnten Schutzstacheln sind zwar mit Flügelleisten verbunden. Wie der Schutzstachel, so hat auch die accessorische Flügelleiste des Hinterstachels bei *Citharistes Apsteinii* eine eigenartige Umbildung zum Zweck einer Taschenbildung erfahren. Ganz stereotyp ist die Ausbildung von Flügelleisten an 2 Stellen des Peridineenpanzers: den Grenzen der Quer- und Längsfurche. Wir können mit wenigen Ausnahmen bei jeder Peridineenzelle finden: eine vordere und eine hintere Querfurchenflügelleiste, eine linke und eine rechte Längsfurchenflügelleiste.

Die Flügelleisten der Querfurche gehören morphologisch nicht, wie dies den Augenschein hat, zu dem Querfurchentheil des Panzers, sondern zu den angrenzenden prä- und postäquatorialen Platten, obwohl nicht selten gerade erst durch diese Leisten die Furche als solche markirt wird. Sie sind bei der unverletzten Membran so scharf abgesondert und so stark ausgebildet, dass sie mit den gewöhnlichen Leisten kaum eine Aehnlichkeit haben und darum leicht für ganz besondere Panzertheile gehalten werden. Dass dieses nicht berechtigt ist, zeigt sich beim Zersprengen des Zellpanzers mittelst Kalilauge, wobei sich die Flügelleiste in ebenso viele Stücke

zertheilt als Aequatorialtafeln vorhanden sind. Die Stücke haben dieselbe Breite als die zugehörige Fläche der Aequatorialtafel, an der sie auch haften bleiben, während die Gürtelbandtafeln, d. h. die Bekleidung der eigentlichen Querfurche, sich davon glatt als flügelleistenloses Panzerstück loslöst. Die Flügelleisten sind durch kein mir bekanntes Mittel unverletzt von der zugehörigen Aequatorialtafel zu lösen, wie etwa die Aequatorialtafeln unter sich gelöst werden können [1]).

Dieses Verhalten der Flügelleisten beim Zerfallen des Panzers zeigt, dass sie nur den morphologischen Werth von Randleisten der die Furche begrenzenden Platten, aber nicht den selbständiger Panzerplatten besitzen.

Dass die Flügelleisten der Querfurche bei manchen Arten fehlen, ist schon durch die Zeichnungen von Stein und die Bearbeitung Bütschli's bekannt [2]). Auf den Flügelleisten können noch weitere Differenzirungen auftreten. Es ist vorhin schon erwähnt, dass die Verdickungsleisten der Membran vielfach ihrerseits wieder strebepfeilerartig durch Verdickungsleisten verstärkt werden. Dieses System der sekundären Verdickungsleisten auf den primären Verdickungsleisten ist bei den Flügelleisten besonders stark und komplicirt entwickelt. Es giebt zwar auch Flügelleisten, die als gleichmässig dünne Leisten erscheinen, dies ist aber der seltenere Fall, meist, und bei den stärker sich erhebenden Flügelleisten wohl immer, lassen sich dicker entwickelte Züge in den Flügelleisten erkennen [3]).

Besonders kräftige Verdickungsleisten zeigen meist die accessorischen Flügelleisten [4]) und die linke Längsfurchenflügelleiste. Bei letzterer ist das Auftreten von mehreren auffälligen Leistenstacheln fast bei allen Arten stereotyp. Der eine davon steht an der Verbindungsstelle von Quer- und Längsfurchenflügelleiste, der zweite in der Mitte der letzteren, und häufig nach dem Hinterende zu noch ein dritter [5]). Bisweilen kommen dazu noch einige oder mehrere accessorische Leisten. Diese Leisten sind häufig einfach stachelförmig, häufig auch verzweigt [6]).

---

[1]) Tafel 2, Fig. $9,_3$ zeigt einen durch Kalilauge gesprengten Panzer von *Dinophysis uracantha* Stein, bei dem die hintere Körperabtheilung mit der hinteren Querfurchenflügelleiste und der ventralen Hälfte des Querfurchenpanzers ein Stück bilden, während der vordere Panzertheil mit der vorderen Flügelleiste der Querfurche vereint ist, von letzteren getrennt, aber noch den dorsalen Platten der Querfurche stellenweise anhaftend. Tafel 6, Fig. $26,_2$ zeigt zwei an die Querfurche grenzende Panzerplatten eines in seine Theile zerfallenen Panzers. Am Rande dieser nicht zur Furche gehörenden Platte stehen die Flügelleisten $q\,Fl$, in der Ansicht senkrecht aufgerichtet. Die Furchentheile des Panzers sind davon glatt abgelöst. Sehr schön illustrirt Tafel 7, Fig. $28,_2$ dieses Verhalten der Flügelleisten. Einige post- und prääquatoriale Tafeln eines gesprengten Panzers sind in Zusammenhang. Die die Querfurche begrenzende Flügelleiste ist überall erhalten, obgleich die Querfurchentafeln $q\,F$ in einem Theil a—l aus dem Zusammenhang herausgelöst ist. Auch Tafel 8, Fig. $30,_5$ illustrirt die morphologische Unabhängigkeit von Querfurchenpanzertheilen und Querfurchenflügelleiste, da die Flügelleiste beim freiwilligen Zerfall des Panzers bei der Sporenbildung überall mit den prä- und postäquatorialen Tafeln in Verbindung blieb, während die Furchentafeln selbst $q\,F'$ und $q\,F''$ theils vorn, theils hinten davon gelöst sind. Derselbe Schluss ergiebt sich aus Tafel 12, Fig. $43,_5$; Tafel 15, Fig. $50,_{13\ 14}$.

[2]) Tafel 20, Fig. $59,_1$ giebt ein besonders schönes Beispiel dieses allen Gliedern der Gattungen *Podolampas* und *Blepharocysta* eigenen Verhaltens.

[3]) In den Abbildungen ist diese nicht immer wiedergegeben.

[4]) Tafel 4, Fig. $20,_1$ $a\,Fl$; Tafel 5, Fig. $21,_1$ $a\,Fl$.

[5]) Tafel 1, Fig. $4,_{1-5}$, Fig. $5,_1$, Fig. $6,_{1-3}$; Tafel 2, Fig. $9,_{1\ 5}$ u. s. w.

[6]) Tafel 5, Fig. $24,_{1-2}$.

Es treten Verbindungsbalken zwischen den Hauptbalken auf, die ein baumartiges Geflecht bilden können [1]). Die Enden lösen sich bisweilen in zahlreiche kleinere Fortsätze auf, die sich selbst zu einem schwammartigen Geflecht verflechten können [2]). Einen ganz anderen Typus der Verdickungen der Flügelleistenfläche zeigt häufiger der eine Theil der linken Längsfurchenflügelleiste, indem polygonale Areolarverdickungen wie auf der Grundmembranfläche, doch zarter als diese meist ist, auftreten [3]).

Der Charakter der Verdickungsbalken der Querfurchenflügelleisten wird sehr wesentlich von der Grösse, Richtung und Ausdehnung der Flügelleisten bestimmt. Im einfachsten Falle sind es einfache Leisten auf den Rändern der Querfurche [4]), etwas weiter herausgebildet zeigen sie sich als zarte glatte Häutchen, die einen mehr oder minder hohen Saum um die Furche bilden. Das Häutchen zeigt dann als einfachste Ausgestaltung feine Radialstreifen [5]) die bei anderen feine radiale Balken, am Ende gern in kurze Stachel endend, bilden [6]). Im Falle recht kompakter Ausbildung der Flügel zeigen diese Balken nicht selten kurze Verbindungsäste und bilden dadurch einen einfachen oder mehrfachen Kranz von polygonalen Areolen [7]).

Die kurzen radialen Stachelbalken der Querfurchenflügelleisten geben leicht zu einer optischen Täuschung Veranlassung, die wohl die Ursache davon ist, dass der Gruppe früher der Name Cilioflagellaten beigelegt wurde. Wenn sich nämlich bei Apicalansicht einer Zelle von *Peridinium* oder *Gonyaulax* oder *Goniodoma*, die Wellen der von Klebs entdeckten Querfurchengeissel fortschieben, so ist das Bild oft sehr ähnlich demjenigen, welches entstehen würde, wenn sich die Stäbchen der Querfurche in wellenartiger Procession auf- und abbewegten [8]). Dies ist von den früheren Beobachtern wohl für Bewegung von Cilien gehalten worden, und

---

[1]) Tafel 5, Fig. $21_{,1,\,2,\,4}$.

[2]) Tafel 4, Fig. $20_{,1}$, Tafel 5, Fig. 21.

[3]) *Dinophysis ovum* Schütt, Tafel 1, Fig. $6_{,1}$; *Dinophysis sphaerica* Stein, Tafel 1, Fig. $7_{,2}$ *l Fl*; *Phalacroma operculatum* Stein, Tafel 2, Fig. $10_{,1-2}$ *l Fl*; *Citharistes*, Tafel 5, Fig. $24_{,2}$ *l Fl*.

[4]) So meist bei den *Ceratium*-Arten, z. B. *Ceratium fusus*, Tafel 9, Fig. $35_{,1,\,4}$; *C. candelabrum*, Tafel 9, Fig. $38_{,1}$; *C. tripos*, Tafel 10, Fig. $40_{,8}$ u. s. w.

[5]) *v Fl* und *h Fl* der meisten Figuren Tafel 1, Fig. $5_{,1}$, Fig. $7_{,1}$; Tafel 2, Fig. $10_{,1\;3}$, Fig. $13_{,1}$; Tafel 3, Fig. $17_{,1}$ u. s. w. In vielen Fignren wurde die Streifung der Flügelleisten nicht gezeichnet; dies soll nicht darauf deuten, dass sie hier ganz fehlen.

[6]) *Phalacroma cuneus* Schütt, Tafel 3, Fig. $14_{,2}$ *h Fl*; *Citharistes*, Tafel 5, Fig. $24_{,1-2}$. *Protoceratium*, Tafel 7, Fig. 28 zeigt eine losgelöste Panzerplatte mit Querfurchenflügelleiste mit kräftigen Balken in perspektivischer Ansicht von innen.

[7]) *Phalacroma cuneus* Schütt, Tafel 3, Fig. $14_{,1}$ *v Fl* zeigt diese Leisten schräg von der Kante, Fig. $14_{,2}$ ein Stück desselben von der Fläche. Die vordere Flügelleiste hat einen Areolenkranz, während die hintere frei davon ist. Beispiel eines mehrfachen Areolenkranzes ist *Goniodoma acuminatum* Stein, Tafel 8, Fig. $30_{,3}$.

[8]) Die Täuschung findet namentlich leicht statt bei Zellen mit kurzen, kräftigen Balken der Querfurchenflügelleiste, wenn die zwischen den Leisten schwingende Geissel kräftig schwingt. Die Wellen derselben liegen nicht in einer Ebene, sondern sind korkzieherartig geschwungen, sodass die Projektion der Geisselschlingen von vorn gesehen einem Spitzensaum gleichen, dessen Spitzen sich mit denen des Balkens mischen und bei lebhafter Bewegung nicht mehr erkennen lassen, dass ein Theil der Spitzen, d. h. die Balken unbewegt bleiben. Eine Zelle von *Diplopsalis lenticula*, Tafel 8, Fig. $30_{,3}$ und Tafel 15, Fig. $50_{,5}$ u. $_{1}$ und von *Goniodoma acuminatum* Stein mag dies erläutern, soweit dies ohne die für die optische Täuschung nöthige Bewegung der Geisseln möglich ist.

das gleiche Verhalten muss dann übertragen worden sein auf Formen, die zwar keine Flügelleistenstacheln haben, aber eine Wellenbewegung in der Furche erkennen liessen. So erklärt es sich, dass Cilien, die bei der Gruppe gar nicht vorkommen, als Charakteristikum für die Diagnose der ganzen Gruppe gelten konnten.

Die radialen Balken der Querfurchenflügelleisten laufen der Regel nach vom Insertionspunkt der Leiste aus und enden frei. Bei manchen Flügelleisten, namentlich solchen, die sich flächenhaft stark verbreitern, bilden sie lange, dünne, unverzweigte Fäden[1]). Bisweilen fügen sich hier bei weiterem Wachsthum der Leiste neue Radialbalken, die dann nach innen wie aussen frei enden, ein[2]). Erhöht dies schon die Festigkeit der feinen Platte bedeutend, so geschieht dies noch mehr, wenn die neuen Verdickungsbalken nicht frei nach innen enden, sondern mit ihrem inneren Ende mit den primären Balken in Verbindung stehen[3]).

Dies bildet den Uebergang zu den stark verzweigten, anastomosirenden Verdickungsbalken, wovon *Ornithocercus splendidus* Schütt[4]) ein schönes Beispiel ist. Vordere und hintere Flügelleiste erhalten sich hier, wie dies auch bei anderen Formen vorkommt, bezüglich der Verdickungsart verschieden. Bei beiden wird zwar die Zahl der Radialbalken an der Körperwand schon vollzählig angelegt, dazu kommen bei wachsender Verbreiterung noch einige in Radien sich umlegende Seitenzweige, die untereinander feine Anastomosen bilden. Bei der hinteren Flügelleiste ist das erste Ende der Radien meist unverzweigt, dann lösen sie sich aber in ein dichtes Capillarnetz von Verzweigungen auf, die der zarten Platte, die als die untere, die eigentliche Trägerin des schwebenden Körpers ist, trotz der Zartheit der Grundfläche, eine relativ hohe Festigkeit verleihen. Die Verdickungen dieser Flügelleisten sind morphologisch und physiologisch von demselben Gesichtspunkte zu betrachten, wie die Verdickungen der Grundmembran. Der Nutzen, den die Flügelleisten der Zelle bringen, ist ein mehrfacher. Verstärkung der Membranfestigkeit und Schutzwaffe sind schon erwähnt, der erste und hervorragendste Zweck derselben dürfte aber ein anderer sein: nämlich der, den zarten, leichtverletzlichen Geisseln Schutz zu gewähren. Bei vielen Formen mit mässig entwickelten Leisten scheint dies der wesentliche Nutzen zu sein; die Flügelleisten einzelner Gattungen jedoch, wie *Ornithocercus, Histioneis,* erleiden in Form und Grösse eine so weit gehende Umgestaltung, dass der Gedanke sehr nahe liegt, sie müssten der Zelle noch einen besonderen, von den übrigen Gattungen nicht beanspruchten Dienst erweisen. Dass dies der Fall ist, wird später gezeigt werden. Sie sind bei diesen Gattungen noch der Schutzapparat einer eigenthümlichen extracellularen Plasmabildung, auf die hier noch nicht eingegangen werden kann. Einzelnen Formen bieten die Flügelleisten noch den Nutzen eines vorzüglichen Schwebeapparates, z. B. *Ornithocercus splendidus* Schütt. Bei *Phalacroma, Dinophysis* ist die Längsfurchenflügelleiste so kielähnlich gebaut, dass sie der Zelle u. a. auch den Nutzen eines Schiffskiels als Hilfsmittel bei der Steuerung der Zelle bringen kann. Diese Wirkung wird dann häufig noch erhöht

---

[1]) *Ornithocercus magnificus* Stein, Tafel 5, Fig. $21,_{4-5}$ *h Fl.*

[2]) *Ornithocercus magnificus* Stein, Tafel 4, Fig. 21 *v Fl*; Tafel 5, Fig. $21,_{5}$ *v Fl.*

[3]) *Histioneis,* Tafel 5, Fig. 23.

[4]) Tafel 5, Fig. 22.

durch eine accessorische Flügelleiste, die in der Sagittalebene ausgebildet wird (*a Fl* in Tafel 5, Fig. 21).

Durchbrechungen der Membran.

Die kleinen, punktförmigen Zeichnungen, die sogleich beim Entstehen der Membran zu bemerken sind, wurden vorhin ohne weitere Begründung Poren genannt. Die Natur dieser Poren ist von grösserer allgemeiner Wichtigkeit, als es scheinen möchte, wenn man sie nur als Membranstrukturen auffasst, weil sie Aufschluss giebt über eine Reihe physiologischer Fragen, die das Plasma und seine Funktion selbst betreffen. Die Frage, ob die Poren der Peridineen unvollständige oder vollständige Durchbrechungen der Membran sind, ist bisher noch streitig. Bütschli fasst die bisherigen Untersuchungen über diesen Punkt folgendermassen zusammen (**87**, 953): »Schon ältere Beobachter, wie Claparède und Lachmann, sahen die Poren bei *Ceratium*, gaben aber keine Erklärung des Bildes. Erst Bergh erwies die Porosität bei den marinen *Ceratium*-Arten. Unter den übrigen von ihm untersuchten Formen konnte er nur noch bei *Prorocentrum* die Poren konstatiren. Neuere Forscher, wie Pouchet, Gourret und Klebs zogen die Richtigkeit dieser Beobachtung in Zweifel. Wie sich Klebs eigentlich zu der Frage stellt, scheint mir nicht recht klar. Bei zwei Formen (*Glenodinium trochoideum* und *Exuviaella*) spricht er in seiner zweiten Arbeit selbst von Poren der Hülle, andererseits scheint er aber die Ansicht zu hegen, dass die von Bergh beschriebenen Poren der Ceratien nicht eigentlich solche seien, sondern »gewöhnliche, runde, zarte Tüpfel«. Auch bei *Gtenodinium obliquum* Pouchet, spricht er von Tüpfeln der Membran. Die neueren Erfahrungen der Botaniker scheinen nun aber dafür zu sprechen, dass die sogenannten Tüpfel der Zellhäute unter den Begriff der Poren fallen, und damit würde sich wohl die Meinungsverschiedenheit zwischen Bergh und Klebs von selbst heben. Pouchet's Ansicht über die Poren ist so charakteristisch, dass ich dieselbe wörtlich anführen will. Indem er die Deutung Bergh's als übereilt bezeichnet, sagt er: »Der Eindruck, welchen sie auf das Auge machen, ist vielmehr der schwacher Erhebungen oder rundlicher, scharf begrenzter Depressionen«. Soll dies nun heissen, dass die sogenannten Poren theils Erhebungen, theils Depressionen seien, oder gar, dass sie auf Pouchet gleichzeitig den Eindruck von Erhebungen und Depressionen machten? Für Gourret aber gelten die Poren der Ceratien, welche er als Punktuationen beschreibt, als »das Resultat einer Verschiedenheit in der Schalenmasse«, also keineswegs für Poren. Leider finde ich bei Stein zwar gute Darstellungen der Poren auf den Abbildungen, jedoch kein Wort über seine Ansicht in dieser Streitfrage. Bütschli selbst schliesst sich der Meinung von Bergh an und hält sie für Durchbrechungen der Membran.

Nach meinen Erfahrungen sind diese Angaben nicht so widersprechend, wie sie Bütschli erschienen sind und erscheinen mussten, weil die eben gegebene Unterscheidung in Poren und Poroiden noch nicht gemacht wurde. Wenn man annimmt, dass die einen Beobachter »Poroiden«, die anderen aber echte »Poren« vor Augen hatten, so sind ihre verschiedenen Ansichten sehr wohl verständlich. Bei *Ceratium tripos* kommen, von den Areolenbildungen einiger Varietäten abgesehen, nur Poren vor. Da Bergh *Ceratium* vor Augen hatte, so ist es leicht verständlich, dass er Durchbrechungen fand. Klebs dagegen dürfte Peridineenarten mit Poroiden bei

seiner Notiz vor Augen gehabt haben; daher sein Vergleich mit den Tüpfeln, die er der in der Botanik gebräuchlichen Bezeichnung nach nicht als vollkommene, sondern gerade im Gegensatz zu Bergh nur als unvollkommene Durchbrechungen auffasst. Beide haben an ihrer Stelle Recht. Pouchet's Auffassung ist allerdings nicht zu verstehen, wenn er nicht kleine, isolirt stehende Stacheln auch für Poren angesehen und dadurch zu der merkwürdigen Ansicht kommt, die Poren seien Erhebungen oder Depressionen.

Die Poroiden sind nur Verdünnungen oder richtiger, unverdickte Stellen der Membran, ähnlich den Tüpfeln der Pflanzenzellen, die Poren dagegen sind wirkliche Durchbohrungen. Ersteres ist bei geeigneter Wahl der Untersuchungsobjekte leicht ersichtlich, aber auch letzteres erscheint kaum noch zweifelhaft, wenn man optische Querschnittsbilder geeigneter Objekte, z. B. *Ceratium*-Membran betrachtet, ebenso spricht dafür der von Bergh schon ausgeführte Versuch der Blaufärbung der Membran mit Jod und Schwefelsäure, wobei die Poren ungefärbt bleiben.

Bei der Wichtigkeit der Frage für die Entscheidung physiologischer Fragen ist es jedoch nöthig, den Grad der Sicherheit der Entscheidung möglichst genau zu prüfen und eventuell diesen noch durch weitere Gründe zu vermehren. Wenn man die ausserordentlich geringe Grösse der fraglichen Gebilde berücksichtigt, so muss man anerkennen, dass es schwer ist, mit absoluter Sicherheit zu behaupten, dass keine Schliessungsmembran der Poren vorhanden ist, obwohl Querschnitts- wie Flächenansicht dies sehr unwahrscheinlich machen, denn man könnte sich immer noch darauf stützen, dass das Schliessungshäutchen vielleicht sehr dünn und darum der Beobachtung bisher entgangen sein könnte; denn die negative Behauptung, dass sie nicht vorhanden sei, kann nicht mit der Bestimmtheit auftreten, wie eine positive Behauptung. Die theoretische Bedeutung der Poren für das später zu besprechende extramembranöse Plasma würde durch das feinste, mikroskopisch kaum sichtbare Schliessungshäutchen umgeworfen werden. Nun muss man eingestehen, dass die Verhältnisse ganz dazu angethan sind, die Existenz des Schliessungshäutchens zu verdecken, wenn es sehr dünn ist. Man kann bei der Feinheit der Poren keinen Membranquerschnitt verlangen, der nur Porenränder und Schliessungshäutchen scharf herausschnitte und das Bild von Fig. 1 gäbe, sondern man müsste zufrieden sein mit Bildern, die den oberen oder unteren Rand der Poren mitbrächten, wie Fig. 2 Dann fiele die feine Schliessungsmembran zusammen mit dem dunklen Randkontour und könnte leicht von ihm verdeckt und unkenntlich gemacht werden, aber selbst Querschnittsbilder wie Fig. 3 wären nicht absolut beweisend für die vollkommene Durchbrechung, da das feine Schliessungshäutchen beim Schneiden herausgerissen sein könnte. Das Flächenbild ist selbst bei Jodfärbung noch weniger beweisend, weil das dünne Schliessungshäutchen immer nur sehr schwach gefärbt und darum neben der dunkel gefärbten, dicken Membran durch Kontrastwirkung nicht mehr als gefärbt erkannt werden kann.

Die Annahme der durch das optische Verhalten wahrscheinlich gemachten Durchbrechung der Membran wird noch durch weitere Gründe gestützt. Hierher gehört vor Allem das Verhältniss der Poren zu den Poroiden und Areolen.

Bei vielen Gliedern der Gattungen *Phalacroma* und *Dinophysis* findet sich die Zellwandverdickung nicht in Gestalt von Leisten ausgebildet, sondern mehr flächenartig. Diese Flächen sind aber durch porenähnliche Stellen unterbrochen. Direkt gewonnene Bilder des optischen Querschnitts lassen erkennen, dass ein Theil dieser Flecken nur Verdünnungen der Membran sind. Die verschiedene Lichtbrechung charakterisirt jedoch diese Stellen als von zweierlei Art; erscheinen die einen wie dunklere Kreise, so sehen die anderen aus wie schwarze Punkte[1]). Erstere sind die Poroiden, letztere die Poren. Poren und Poroiden sind über die Fläche gemischt, doch so, dass die echten Poren in geringerer Zahl vorhanden und in gewissen Zwischenräumen zwischen diese eingestreut sind.

Besonders charakteristisch ist ihr Verhalten gegen die Areolen. Die Poroiden sind mit den Areolen durch Uebergänge verbunden, welche zeigen, dass sie gleichen Charakters sind, die Poren dagegen bewahren diesen gegenüber volle Selbständigkeit. Die Areolen sind abhängig vom Leistenverlauf der Wandverdickung, sie sind von diesen umgrenzt[2]) und zum Theil von ihnen einzig oder vorwiegend gebildet[3]), die Poren sind dagegen vom Leistenverlauf nicht direkt abhängig. Als Regel, die allerdings einige Ausnahmen erleidet, ist für das Verhältniss von Poren und Areolen hinzustellen, dass dort, wo die Membran deutlich in Areolen gegliedert ist, jede derselben in der Mitte von einem ganz feinen, kanalförmigen Poren durchbrochen ist[4]). Ausnahmsweise lassen sich in einer Areole auch zwei Poren finden[5]), selten ist die Zahl der Poren in einer Areole grösser[6]). Bei *Protoceratium* fand ich statt des gewöhnlichen Nadelstichporus in jeder Areole mehrere konzentrische dunkle Ringe[7]), die sich bei sehr guter Beleuchtung auflösen liessen in zahlreiche sehr feine Poren, die zu Ringen angeordnet waren[8]). Bei dieser Form ist die Areolenbildung auf's schärfste ausgesprochen. Den Gegensatz dazu bilden die Formen, wo die Membranverstärkung zwar in Leistenform gebildet wird, diese Leisten aber nicht zu Areolen zusammenschliessen, wie z. B. meist bei den Ceratien, dann fehlen gewöhnlich auch die Poroiden und nur die Poren stehen zerstreut auf der unverdickten Grundmembran[9]). In solchen Fällen kommen auch Poren, die in die Leisten selbst eingesprengt und von ihren 2 Armen wallartig umgeben sind, vor[10]). Als Poroiden könnte man diese Bildung

[1]) Tafel 1, Fig. 5,$_4$, Fig. 7,$_2$; Tafel 2, Fig. 9,$_3$, Fig. 13,$_1$, Fig. 13,$_5$; Tafel 7, Fig. 29,$_1$.

[2]) Tafel 5, Fig. 24,$_{1-2}$; Tafel 7, Fig. 28,$_{2-7}$; Tafel 8, Fig. 33,$_{2a}$, Fig. 33,$_{3a}$.

[3]) Tafel 3, Fig. 15,$_1$.

[4]) Tafel 1, Fig. 6,$_1$; Tafel 3, Fig. 16,$_3$; Tafel 4, Fig. 18,$_1$; Tafel 5, Fig. 24,$_{1-2}$; Tafel 8, Fig. 30,$_3$, *e* in Fig. 33,a_{2-3}; Tafel 12, Fig. 43,$_{10}$ giebt einen Komplex von Platten, von denen einige bedeckt sind mit Sechseckareolen, jede mit einem Porus versehen *(A)*, andere *(P)* mit Poren ohne Areolirung.

[5]) Tafel 8, Fig. 33,$_{3ap}$; Tafel 12, Fig. 43,$_{4p}$.

[6]) Tafel 8, Fig. 33,a_2.

[7]) Tafel 7, Fig. 28,$_{5-6}$.

[8]) Tafel 7, Fig. 28,$_7$.

[9]) Tafel 9, Fig. 39,$_5$.

[10]) Tafel 9, Fig. 39,$_4$ zeigt ein Stück der Membran von *Ceratium limulus* mit einer Leiste *L*, dem Poren reihenweise angelagert, resp. halb eingesenkt sind. Tafel 12, Fig. 43,$_4$ zeigt Poren in Leisten- wie in Areolengrundfläche eingesenkt. *Oxytoxum scolopax* trägt die Poren gewöhnlich auf der unverdickten Grundfläche, Tafel 18, Fig. 55,$_8$, die morphologisch dem Areolenboden gleichwerthig ist, vereinzelt finden sich Poren auch, in der Art wie Tafel 55,$_7$ zeigt, in die Leisten eingesenkt.

nicht verstehen, da die grosse unverdickte Grundfläche genügend die Funktion der Poroiden erfüllen kann, als Poren kann man diese Stellung dagegen als sehr zweckmässig erkennen, weil dann die freien Ränder durch die Leisten geschützt werden, die bei sehr dünner Grundmembran leichter ausbrechen würden.

Bei Betonung des Unterschiedes von Poren, Poroiden und Leistenareolen ist auch die eigenthümliche ungleiche Zellenverdickung von *Ornithocercus* verständlich. Als entwickeltste Grundform zeigt sich hier ein grobmaschiges Areolennetz, theils sechseckig-polygonal[1]), theils schuppenartig begrenzt[2]), in dem jede Areole eine Poroide enthält, in deren Mitte sich der gewöhnliche Nadelstichporus befindet, im einfachsten unverdickten Zustand ist über die Membran, durch grosse Zwischenräume getrennt, eine Anzahl kleiner Punkte zerstreut[3]), die als Poroiden nicht verständlich wären, da sie sowohl als Materialersparniss, wie als verdünnte Stelle zur Diffusionserleichterung der grossen Grundfläche gegenüber gar nicht ins Gewicht fallen.

Als Poren haben sie Zweck, denn dann vermitteln sie direkt Innen- und Aussenwelt, indem sie dem Plasma eine offene Pforte nach aussen bieten. Noch klarer wird dieser Zweck, wenn man die Entwicklung eine Stufe weiter verfolgt. Das erste Stadium kann man als gemeinsames Entwicklungsstadium für Poren und Poroiden auffassen, indem bei weiterer Membranverdickung um jeden Porus eine uhrglasförmig sich vertiefende Poroide ausgespart wird. In diesem Stadium sieht man kleine Poroiden in grösseren Zwischenräumen über die Oberfläche zerstreut, jede mit einem feinen Porus[4]). Dieser Zustand ist als Uebergangszustand zu verstehen, da die kleinen Poroiden im Verhältniss zur Grundfläche nicht in Rechnung kommen. Der Umfang der Poroiden wird aber grösser, sie werden gleichzeitig tiefer, indem das Dickenwachsthum der Membran zwischen den Poroiden in derselben Tendenz weiter geführt wird. Die Poroiden sind bald so gross, dass sie sich fast seitlich berühren; in ihren Grenzlinien erhebt sich dann die Membran noch leistenförmig weiter[5]). In diesem Zustand ist die Poroidenbildung sehr zweckmässig (Materialersparung, Diffusionserleichterung), aber auch der anfangs vorhandene, von der vollkommenen Areolirung noch weit entfernte Zustand der zerstreuten kleinen Poroiden erscheint nun von diesem Gesichtspunkte aus nicht mehr zwecklos, da nur bei dieser Anlage der zweckvolle Endzustand erreicht werden konnte.

Als Poroiden gedacht, lässt sich für die feinen Nadelstiche in der Mitte der Areolen kein Zweck auffinden, da sie wegen ihrer Feinheit weder als Materialersparniss noch als Diffusionserleichterung, bei der es auf Flächenwirkung ankommt, ins Gewicht fallen, für Poren dagegen lässt sich sogar annehmen, dass sie, um eine möglichst vollkommene direkte Plasma-Kommunikation zwischen Innen und Aussen herzustellen, trotz ihrer Feinheit nicht allein zweckentsprechend sind, sondern gerade auf sehr viele Punkte über die ganze Oberfläche vertheilt, sogar noch besser wirken als eine geringere Zahl grösserer Durchbrechungen von gleichem

[1]) Tafel 5, Fig. $21,_7$.
[2]) Tafel 5, Fig. $21._8$.
[3]) Tafel 5, Fig. $21,_4$.
[4]) Tafel 5, Fig. $21,_1$.
[5]) Tafel 5, Fig. $24,_1$.

Flächeninhalt. Daher ist auch verständlich, dass diese Tendenz noch weiter gesteigert wird, und wie bei *Protoceratium* der kleine Porus innerhalb der Areole noch in eine Anzahl noch kleinerer aufgelöst wird [1]). Auch das ist leicht verständlich, dass diese weitere Auflösung bei *Protoceratium* und nicht bei poroidenführenden Formen, z. B. *Ornithocercus*, gefunden wurde. Man muss erwarten, dass für die Plasma-Kommunikation ein kurzer Weg bevorzugt wird. Bei *Protoceratium* ist die Basis der Areolen flach, es bietet sich also ein ausgedehnter Raum für zahlreiche gleichwerthige Poren, bei *Ornithocercus* ist dagegen die Basis der Areolen vom uhrglasförmig gehöhlten Poroid eingenommen. Hier ist natürlich die Mitte der kürzeste Weg und darum der Ort für einen Porus.

Warum zahlreiche feine Durchbrechungen wenigen grösseren Durchbrechungen vorgezogen werden, ergiebt sich ausser dem Vorzug der gleichmässigeren Vertheilung der Kommunikationswege noch den Vorzug grösserer Sicherheit, da ein kleiner Porus für kleine Feinde, z. B. Bakterien, kein Weg ins Innere mehr ist. Grössere Oeffnungen würden einen besonderen mechanischen Schutz wünschenswerth machen, wie dieser auch bei der grösseren Membranöffnung, der sog. Geisselspalte, in Gestalt besonders geformter Membranleisten zu erkennen ist.

Alle diese Gründe sprechen für den Charakter der Poren als den wirklicher Durchbrechungen. Der Zweck solcher Durchbrechungen kann doch wohl nur sein, dem Plasma die Kommunikation mit der Aussenseite zu ermöglichen. Der beste Beweis für diese Annahme würde natürlich sein, wenn man dieses Plasma selbst konstatirte. Auf diesen Punkt kann ich erst bei Besprechung des Plasmas selbst eingehen, hier bei Besprechung der Membran muss ich mich begnügen mit einem Hinweis auf das Kapitel über extramembranöses Plasma.

Panzerzusammensetzung.

Bei manchen Peridineen, z. B. *Gonyaulax, Goniodoma* etc. zeigt der Panzer schon in der äusseren Form eine deutliche Täfelung. Diese wird noch schärfer dadurch hervorgehoben, dass die Verdickungsleisten der Membran an den Grenzen dieser Tafeln stärker ausgebildet sind als auf den Flächen [2]). Bei anderen Formen ist die Sonderung des Panzers in Platten überhaupt nur an der Ausbildung dieser stärkeren Leisten, der Grenzleisten, erkenntlich [3]). So auffallend diese Grenzleisten auch sind, so haben sie morphologisch doch keinen höheren Werth als die übrigen über die Fläche der Tafeln vertheilten Leisten. Grenzleisten und Sekundärleisten sind morphologisch gleichwerthig.

Der Beweis hierfür ist in der Art der Zusammensetzung des Panzers zu suchen.

Ueber diese Frage besteht eine ziemlich tief gehende Verschiedenheit der Auffassung. Es ist schon lange bekannt, dass die Membran leicht in verschiedene Stücke zerfällt, und zwar beobachtete man schon früher, dass dieser Zerfall in der Richtung der Grenzleisten vor sich ging. Stein (**66**) legte diesem Zerfall in Platten grosses Gewicht bei und betrachtete die einzelnen Stücke als präexistirende Tafeln, die durch die Grenzleisten markirt werden, und er benutzte die Plattenzahl und ihre Anordnung als hervorragendstes Merkmal zur Bestimmung

[1]) Tafel 7, Fig. $28_{,7}$.
[2]) Tafel 8, Fig. $30_{,3}$.
[3]) Tafel 14, Fig. $46_{,2}$.

von Gattungen. Bütschli (87) folgt ihm hierin und stellte sogar auf Grund der Stein'schen Zeichnungen nach Art der botanischen Blütendiagramme zur Charakterisirung der Peridineen-Gattungen und -Arten Plattendiagramme auf; ein glücklicher Gedanke, der eine vorzügliche Uebersicht giebt. Auch Schilling (120) schliesst sich diesen beiden in seiner Auffassung an. Gerade entgegengesetzt ist die von Klebs (79) vertretene Ansicht. Er hält die Zahl der Tafeln für nicht konstant und führt dafür an, dass er bei *Goniodoma acuminatum* an der Vorderhälfte des Körpers 9, Stein dagegen 10 Tafeln gefunden habe. Bei *Diplopsalis lenticula* habe Stein bald 9, bald 10 Tafeln an der Vorderhälfte beobachtet. Ferner soll nach Klebs die Zahl der bei Zerfall sich isolirenden Stücke nicht immer genau der Zahl der an der Zellwand sichtbaren Tafeln entsprechen. Er führt als Beispiel hierfür an, dass das von Stein immer für eine Tafel angenommene Seitenhorn von *Ceratium tripos* häufig in 2 Längshälften, das Vorderhorn aber bald in 3, bald in 4 und mehr Theile zerfallen soll. Vor allem soll aber bei jenen Formen, welche keine Täfelung besitzen, welche Stein wegen ihrer anscheinenden Strukturlosigkeit in die Gattung *Glenodinium* bringt, die Zellhaut ebenfalls leicht in einzelne Stücke zerfallen. Dieser Zerfall in einzelne Theile soll demnach nicht direkt abhängig von der in vielen Fällen vorhandenen täfeligen Struktur der Oberfläche sein. Er verwirft darum die Charakteristik der Arten auf Grund der Zellhautstruktur, umsomehr da diese bei derselben Art noch grosse Variabilität aufweise. Zu welchen Störungen dies führen kann, zeigt ein Beispiel: *Glenodinium trochoideum* soll nach Stein strukturlose Membran besitzen, Klebs hat in Neapel Exemplare gefunden, die in der That ganz glatte Membran besassen, daneben aber auch andere mit einfachen Längsstreifen, wieder andere hatten ausserdem Querstreifen, sodass die Haut netzförmig verdickt erschien, und schliesslich Exemplare, bei welchen ausser wellig verlaufenden Streifen zahlreiche kleine Poren sich finden. »Nach Stein müsste man die Individuen derselben Species in verschiedene Gattungen vertheilen«. Er erklärt die täfelige Struktur daher nur als Folge lokaler Verdickungen, nicht als Ausdruck präexistirender Platten.

Bis zu einem gewissen Punkte muss ich Klebs hierin Recht geben, er bezieht sich auf Verhältnisse, die von Stein und Bütschli nicht ganz richtig abgewogen wurden, aber in seinem Schluss kann ich ihm doch nicht zustimmen, vielmehr verlangen seine Beobachtungen eine andere Erklärung. Die Konstanz und Selbständigkeit der Platten scheint mir durchaus gesichert, aber man hat bei der Feststellung der Platten zu viel Gewicht auf die grobe Schalenstruktur gelegt, und ist dadurch von beiden Seiten zu nicht ganz zutreffenden Ansichten gekommen. Man hat zu viel Gewicht auf die Leisten gelegt, man darf aber nicht sagen, der Panzer zerfalle nach dem Verlaufe der Leisten in Platten, denn die Leisten selbst haben nur sekundäre Bedeutung. Das Verhältniss ist vielmehr umgekehrt, die Leisten richten sich in ihrem Verlauf meistens nach den Plattengrenzen, aber nicht die Plattengrenzen nach den Leisten. Die stärkeren, d. h. die Haupt- oder Grenzleisten, werden gewöhnlich, aber nicht immer, an der Begrenzung der Platten ausgebildet, und deuten dann die Plattengrenzen an, haben aber nicht, wie früher angenommen wurde, einen direkten bestimmenden Einfluss au das Zerfallen der Platten, vielmehr besitzen die Platten, wie später noch weiter gezeigt werden wird, eine von den Leisten ganz unabhängige Selbständigkeit.

Ein Beispiel dafür giebt *Protoceratium*, bei dem die Zusammensetzung des Panzers aus vielen selbständigen Platten früher nicht erkannt wurde, weil die Kennzeichnung der Plattengrenzen durch Leisten nicht auffällt. Hier sind die gewöhnlichen Nebenleisten, die über die Plattenfläche vertheilt sind, fast zu kleinen Flügelleisten erhoben, aber die Leisten fallen gerade an den Nähten, wo sie sonst in verstärktem Maasse auftreten, ganz weg, d. h. die Platten werden nicht durch Grenzleisten begrenzt, und infolgedessen zerfällt auch der Panzer nicht entsprechend dem Leistenverlauf, sondern entsprechend den präformirten Nähten [1]).

Wir müssen also annehmen: Die Platten des Panzers werden von Nähten [2]) begrenzt. Die Nähte können, aber sie brauchen nicht durch Leisten kenntlich gemacht zu werden, keinesfalls sind Nähte und Grenzleisten, wie früher meistens geschehen, zu identificiren.

Man muss der systematischen Gliederung die wirklichen Plattengrenzen, die Nähte, zu Grunde legen, gleichgiltig, ob dieselben durch Leisten erkennbar gemacht sind oder nicht. Wo die Nähte durch Leisten mangelhaft oder gar nicht markirt sind, da kann leicht die Plattengrenze übersehen werden. Dies und die Schwierigkeit, zwei Platten sicher von einander zu trennen, erklärt die Angaben von Klebs über die Verschiedenheit der Plattenzahl bei verschiedenen Individuen derselben Species. Ich kann hinzufügen, dass es oft ausserordentlich schwer ist, die Grenzen zweier Platten zu konstatiren und dass dies in manchen Fällen überhaupt noch nicht gelungen ist. Als Beispiel dafür kann ich *Protoceratium reticulatum* anführen, dessen Membran von Stein und Bütschli für zusammenhängend gehalten wurde, während ich sie in einen vielplattigen Panzer zerlegen konnte. Wenn man die Nähte und nicht die Leisten als massgebend annimmt, so dürfte auch das von Klebs angeführte Beispiel *Glenodinium trochoideum* seine Beweiskraft verlieren, da hier wohl verschieden starke Leistenausbildung, aber nicht verschiedene Plattenzusammensetzung von Klebs nachgewiesen wurde.

Intercalarstreifen.

Besonders zwingend für die Auffassung, dass die Platten eigene Selbständigkeit besitzen, ist das Studium der sogenannten Intercalarstreifen, die mich zur Auffindung einer eigenthümlichen Falzeinrichtung führte.

Bei manchen Formen, z. B. *Peridinium divergens*, finden sich bisweilen sehr deutlich erkennbare breite Streifen [3]) zwischen den Platten, die sich durch eine besonders strukturirte Oberfläche auszeichnen. Sie sind gewöhnlich auch bei Zellen mit polygonal areolären Leisten des Panzers fein quergestreift. »Natur und Bildungsgeschichte dieser Streifen ist zur Zeit noch wenig aufgeklärt« (Bütschli **87**, 949). Zur Erklärung stellt Bütschli die Hypothese auf, dass die Intercalarstreifen »den Zuwachs in der Fläche bezeichnen, welche die Tafeln nach ihrer Abgrenzung noch erfahren haben«. Die Intercalarstreifen sollen also jüngere, durch intercalares Wachsthum entstandene Theile der in ihrer Fläche nicht wachsthumsfähigen Platte sein. In der Mittellinie der Intercalarstreifen, wo sich die Zuwachszonen der benachbarten

---

[1]) Tafel 7, Fig. $28_{,2}$.
[2]) Tafel 3, Fig. $14_{,1}$ *Sgn*; Tafel 4, Fig. $18_{,3-4}$ *Sgn*; *n* in Tafel 12, Fig. $43_{,4}$ u. $_{9}$; Tafel 15, Fig. $50_{,3}$ *n*.
[3]) Tafel 12, Fig. $43_{,2-3}$ i.

Tafeln berühren, sollen die Intercalarstreifen am dünnsten sein. An der dünnsten Stelle, welche also auch gleichzeitig den jüngsten Theil des Zuwachsstreifens darstellt, sollen die beiden Zuwachsstreifen der benachbarten Platten etwas abgeschrägt sein, aber unter ganz stumpfem Winkel aneinander stossen und hier miteinander verwachsen sein.

Die Annahme eines derartigen Grössenwachsthums der Zelle scheint mir aus diesen Gründen noch nicht genügend gerechtfertigt. Wenn die Platten als so unveränderlich, fast möchte ich sagen todt, betrachtet werden, dass ihnen die Wachsthumsfähigkeit in der Fläche nicht mehr zuerkannt wird, wird man ihnen ohne zwingende Gründe auch keine groben Formveränderungen mehr zutrauen dürfen. Die Bütschli'sche Intercalarstreifentheorie setzt aber diese groben Formänderungen der fertigen Platten voraus. Bei ebenflächigen, polygonalen Körpern wie *Gonyaulax,* würde dies zwar nicht in Rechnung kommen, aber bei den viel zahlreicheren krummflächigen Körpern, z. B. *Peridinium globulus, Peridinium divergens* etc. Ersteres ist z. B. fast kugelförmig. Wenn nun ein intercalares Dickenwachsthum stattfindet, ändert sich der Radius der Kugel. Die ursprünglichen Platten waren Theile einer Kugelfläche von kleinerem Radius, auf der gewachsenen Zelle mit grösserem Radius müssten sie also als Buckel aufsitzen wie die Hornhaut des Auges auf dem Augapfel. Da dies nicht der Fall ist, so müsste man annehmen, dass die Platten, gleichzeitig mit dem Wachsthum der Intercalarstreifen, auch ihre Form stark verändern, dazu sind aber so bedeutende Materialumlagerungen nöthig, dass man nicht einsehen kann, warum eine Platte, die eine solche Lebens- und Veränderungsfähigkeit beweist, nicht auch in ihrer Fläche, deren Moleküle sie doch umlagern muss, noch wachsthumsfähig sein soll, wie so viele andere Membranen. Unmöglich ist dies ja nicht, aber doch so unwahrscheinlich, dass man sich lieber nach einer anderen Erklärung der Intercalarstreifen, der einzigen Stütze dieser Annahme, umsehen wird. Dies ist um so empfehlenswerther, weil das wirklich beobachtete Bild der Intercalarstreifen der Annahme keineswegs günstig ist.

Bei denjenigen Intercalarstreifen, die ich daraufhin gemustert habe, konnte ich kein Dünnerwerden der Membran nach der Mitte des Streifens konstatiren, sondern eher das Gegentheil, da die Membranverdickungen, die Leisten, die auf den Intercalarstreifen meist senkrecht zur Naht verlaufen, nicht nur gut ausgebildet erscheinen, sondern sogar am Rande noch einen schmalen, verdickten Saum zeigen [1]).

Mir erscheinen die Intercalarstreifen nicht als Zuwachsstreifen, sondern als für den Zweck der Plattenbegrenzung besonders ausgebildete Membranverdickungen, die gerade in dieser Anordnung gegen Bruch an den gefährdeten Stellen, der Naht, zweckmässiger mechanisch wirken, als die über die Fläche verbreiteten Netzleisten. Morphologisch haben sie aber nur denselben Werth, wie diese Verdickungsleisten. Die mechanische Wirksamkeit dieser Plattenverdickungen möchte ich mit derjenigen der Blattnerven der Laubblätter vergleichen. Dass diese Plattenstrukturen bei verschiedenen Species ungleich sind, darf uns ebensowenig verwundern, wie die Ungleichheit der Blattnerven, und ebensowenig, dass manche Formen die Plattenränder in

[1]) Tafel 12, Fig. $43_{,4}$, $_5$, $_8$, $_9$ giebt Stücke von zusammenstossenden Platten mit breiten Intercalarstreifen *i*, deren Verdickungsleisten dunkler gehalten sind. *n* ist die Grenznaht.

besonderer Weise durch Intercalarstreifen verdicken, andere dagegen nicht. Auch dafür haben wir bei den Laubblättern Beispiele, einzelne Pflanzenspecies bilden ganz analog den Intercalarstreifenverstärkungen von *Peridinium divergens* am meist gefährdeten Blattrande einen dem Rande parallel laufenden Verdickungsnerv, während die anderen senkrecht oder doch fast senkrecht auf ihn münden.

Einzelne Fälle habe ich gefunden, die allenfalls für die Annahme des nachträglichen Intercalarwachsthums sprechen könnten: Tafel 7, Fig. $31_{,1-3}$ zeigt eine Zelle von *Goniodoma acuminatum* var. *tener*[1]), bei der die Intercalarstreifen dünner erscheinen, die Leisten sind darauf nicht entwickelt und auch die Poren sind kaum zu erkennen. Die Streifen erhalten dadurch einen unfertigen Eindruck. Aehnliche Verhältnisse fand ich auch vereinzelt bei Zellen anderer Arten, doch dürfte sich für diese Fälle auch noch eine andere Erklärung finden.

Verfalzung der Platten.

Bei der Sporenbildung wird der Panzer partiell durch die sich herauspressende Spore gesprengt. Dabei werden jedoch die Platten nicht zerbrochen, sondern bestimmte Platten werden auseinandergedrängt, indem ihr natürlicher Zusammenhang an den Nähten ohne Verletzung aufgelöst wird. Vollständiger kann man diesen Zweck erreichen durch gelindes Erwärmen der Zelle mit verdünnter Kalilauge, wobei man unter günstigen Umständen sämmtliche Platten unversehrt, aber isolirt von einander erhalten kann. Der Grund dieser Zersprengung ist zu suchen einerseits in dem in centrifugaler Richtung wirkenden Druck des aufquellenden Plasmas, andererseits wahrscheinlich auch in der Verquellung einer die Platten an ihrer Berührungsstelle verbindenden Kittsubstanz.

Die gesprengten Platten lassen an ihren Rändern einen Falzapparat erkennen, mittelst dessen der feste Zusammenhang der Platten vorzugsweise erreicht wird. Die Platten tragen nämlich an ihren Rändern zur Hälfte noch einen mehr oder minder breiten Ansatzstreifen von geringer Dicke. Bei zwei benachbarten Platten ist dieser Ansatzstreifen, der Falzrand, in der Weise angeordnet, dass beim Aneinanderlegen der Platten diese Ansatzstreifen unter eine entsprechende Höhlung der Nachbarplatte zu liegen kommen und dabei sich so vollkommen decken, dass dadurch ein ununterbrochener Zusammenhang der Platten vermittelt wird. Durch diese Verfalzung der Plattenränder wird die Berührungsfläche der aneinander stossenden Platten bedeutend vergrössert, und dadurch der feste Zusammenhang der Platten ermöglicht, der schwer verständlich wäre, wenn die Platten mit gerade oder schräg abgeschnittenen Kanten aneinander stiessen. Die Falzflächen erscheinen bisweilen einfach und glatt, ohne weitere mechanische Haftmittel, der Falz ist dann am zusammenhängenden Panzer schwer oder gar nicht zu erkennen; in anderen Fällen tragen sie Poroid-Verdickungen ähnlich der Grundfläche[2]). Bei einigen Formen ist die

[1]) Tafel 7, Fig. $31_{,1-3}$.

[2]) Tafel 6, Fig. $26_{,2}$ zwei zusammengehörige getrennte Platten. Fz^1 unterer Falzrand, Fz^2 oberer Falzrand. Tafel 7, Fig. $28_{,2}$ Platten in *e* verfalzt; Fig. $28_{,5-7}$ freie Falzränder an isolirten Platten mit hügeliger Oberfläche. Tafel 8, Fig. $30_{,6}$, $33_{,4}$ theilweise gesprengte Panzer, an den gelösten Rändern der Platte wird der Falzrand *Fz* sichtbar. Tafel 8, Fig. $30_{,2}$ isolirte Tafeln halbschematisch mit Grenzleisten und Falzrändern *Fz*. Tafel 16, Fig. $49_{,7}$ *Fz*; Tafel 18, Fig. $55_{,3}$ $+$ *Fz* und $-$ *Fz*; Tafel 12, Fig. $43_{,5}$.

Sicherheit der Falzverbindung noch dadurch vermehrt, dass die Falzflächen mit Riefen versehen sind, die bei zwei zueinander gehörigen Flächen ineinander greifen und hierdurch eine Verschiebung der Falzflächen gegeneinander erschweren[1]).

Plattenselbständigkeit. Die Auffindung eines so komplicirten präformirten Falzapparates macht es überflüssig, auf die Annahme einzugehen, dass das Zerfallen des Panzers in Platten mehr oder minder zufällig sei, indem die einzelnen Platten keine eigene morphologische Selbständigkeit besässen, sondern gewissermassen nur Kunstprodukte seien. Vielmehr ist die gegentheilige von Stein und Bütschli besonders vertretene Ansicht glänzend gerechtfertigt, welche der Zusammensetzung des Panzers aus Platten eine hervorragende morphologische Bedeutung beimisst, und sie darum auch für die Systematik als wichtiges Merkmal verwendet wissen will.

Furchenplatten.

Beim freiwilligen Zerfallen der Zelle bleibt der Querfurchenpanzer gewöhnlich als zusammenhängender Ring an einer der Zellhälften hängen; dieses dürfte wohl der Hauptgrund sein, warum man früher seine Selbständigkeit vernachlässigte, und ihn mehr als Anhängsel der Prä- oder Post-Aequatorialtafeln betrachtete. Das Studium der durch Kalilauge zersprengten Zelle lehrt jedoch, dass die Panzerung der Querfurche einen ebenso selbständigen morphologischen Werth besitzt, wie die Panzerung der prä- und postäquatorialen Panzertheile.

Der Querfurchenpanzer, das Gürtelband[2]) will ich ihn nennen, besteht entweder aus einer einzigen, gebrochen ringförmigen Platte oder aus einer grösseren für die bestimmte Species typischen Anzahl von Panzerplatten[3]). In letzterem Falle ist auch hier die für die übrigen Platten charakteristische Falzeinrichtung vorhanden, wenngleich die Nähte an der unverletzten Zelle wegen Mangels an Grenzleisten schwer erkennbar sind und deshalb auch früher übersehen wurden. Das Verhalten beim Sprengen beweist, dass das Gürtelband ebenso wie die übrigen Panzertheile aus präformirten, nicht erst beim Zerfallen der Zelle gebildeten Platten besteht.

Die Panzerplatten der Querfurche, die also morphologisch von den Prä- und Post-Aequatorialplatten streng abgesondert sind, stehen dagegen in organischem Zusammenhang mit den Platten der Längsfurche, und bilden mit diesen ein zusammengehöriges Plattensystem.

Die Längsfurchentafeln gehören hiernach weder zu den postäquatorialen Panzertheilen, zwischen die sie sich gewöhnlich weit eindrängen, noch zu den von ihnen meist nur tangirten Prä-Aequatorialtafeln, sondern sie sind mit den Querfurchentafeln zusammengenommen allen anderen Tafeln als besonderes morphologisches Ganze, als »Furchenpanzer« entgegenzusetzen.

Beziehungen zu den Diatomeen.

Interessant würde es sein, den oben geschilderten Panzer der Peridineen mit demjenigen der Diatomeen morphologisch zu vergleichen, doch muss ich es mir versagen, hier näher auf

[1]) *Fz* in Tafel 16, Fig. $49_{,9}$, Fig. $49_{,10a}$; Tafel 12, Fig. $43_{,7-10}$ *Fz* = vorstehender Falzrand; Tafel 20, Fig. $61_{,28}$.

[2]) *qF* in Tafel 1—20.

[3]) Ein als zusammenhängender Ring isolirtes Gürtelband zeigt Tafel 12, Fig. $43_{,6}$. Die Zusammensetzung des Gürtelbandes aus einzelnen Tafeln lässt erkennen Tafel 7, Fig. $28_{,2}$, wo eine Platte aus dem Zusammenhang gelöst ist.

diese Beziehungen einzugehen und will mich darum beschränken, kurz einige hinweisende Gesichtspunkte anzuführen.

Bei beiden Gruppen ist die Zellmembran nicht wie gewöhnlich bei Pflanzenzellen aus einem einfachen zusammenhängenden Stück gebildet, sondern aus mehreren Stücken zusammengesetzt. Die Zahl dieser Stücke ist mindestens 2, gewöhnlich aber grösser. Die Stücke sind starr und panzerartig miteinander verbunden (Panzerplatten). Bei den Diatomeen [1]) sowohl wie bei den Peridineen lässt sich eine eigens zu diesem Zweck differenzirte Falzeinrichtung zur Befestigung der einzelnen Panzerplatten nachweisen. Bei beiden werden die Zellen durch eine besonders markirte Mittellinie in 2 Hälften (vordere und hintere, oder obere und untere, oder anders benannt) geschieden. Die Mittellinie wird bei beiden durch ein »Gürtelband« markirt. Die Platten des Panzers sind bei beiden in 5 Kategorien zu theilen, von denen 1 und 5, 2 und 4 morphologisch gleich oder ähnlich, von der unpaaren dritten Gruppe getrennt werden: Apical- und Antapicaltafeln entsprechen den Schalen, sie nehmen die Enden der Zelle ein, die Furchenplatten der Peridineen sind den Gürtelbändern der Diatomeen homolog, sie nehmen den Aequator ein, und trennen die anderen. Zwischen Mittel- und Endplatten schieben sich an beiden Seiten ein bei Diatomeen die Zwischenbänder, bei Peridineen die Aequatorialtafeln.

Der Aehnlichkeit in der Panzerzusammensetzung ist diejenige der Membranverdickung anzuschliessen. Bei beiden Gruppen finden wir eine unbewegliche starre Membran mit ganz ähnlichen Strukturverhältnissen, die bei beiden durch das sonst sehr seltene centrifugale lokale Dickenwachsthum erzeugt werden. Diese centrifugalen Membranverstärkungen bilden bei beiden Gruppen Leistenzüge, die sich netzartig verflechten oder parallel laufen oder unregelmässige Züge bilden, wobei die Unregelmässigkeit im Peridineenreich häufiger ist und weiter geht als bei den Diatomeen. Die Leisten vereinigen sich mit Vorliebe zu sechseckigen Areolen, ausserdem kommen bei beiden runde, porenähnliche, verdünnte Areolen (Poroiden) vor.

Besonders interessant ist es, dass auch die Nadelstich-Poren bei beiden Gruppen vorkommen und zwar an denselben Stellen: Eine Durchmusterung der mit bewundernswürdiger Genauigkeit und Sorgfalt ausgeführten Diatomeenzeichnungen von Adolf Schmidt zeigt in der Mitte jeder grösseren Areole einen ganz kleinen Kreis oder Punkt, den ich nicht anders deuten kann als das Homologon des Porus, wie ich ihn oben für die Peridineen charakterisirt habe.

Noch weiter: Bei Schmidt findet man einige Figuren mit besonders grossen Areolenflächen, in denen mehrere kleine Poren gezeichnet sind. Diese dürften den vielporigen Areolen von *Protoceratium* entsprechen.

So weitgehende Aehnlichkeit im morphologischen Verhalten lässt auch auf Aehnlichkeit der physiologischen Verhältnisse schliessen. Ich sehe darum auch die oben erwähnten Punkte in den Areolen der Diatomeenmembran als echte Poren, d. h. Durchbrechungen der Membran an. Die Diatomeenzellen würden also ebenso wie die Peridineenzellen übersäet sein mit einer grossen Anzahl feiner Wanddurchbrechungen, die bei beiden eine unmittelbare Kommunikation

[1]) Cf. Otto Müller. Ber. d. D. bot. Ges. 1886, p. 306.

des Plasmas mit der Aussenwelt vermitteln, eine Sache, die morphologisch wie physiologisch, wie auch namentlich systematisch von der höchsten Wichtigkeit ist.

Noch weiter: Die Peridineen besitzen ausser den vielen Nadelstichdurchbrechungen noch eine grössere Membranöffnung, die Geisselspalte, zum Austritt einer grösseren zum Zweck der Ortsbewegung der Zelle bestimmten Plasmamasse (Geissel). Die Diatomeen besitzen zum Theil [1]) entsprechende grössere Membrandurchbrechungen in der sog. »Naht«, welche die Kommunikation des Bewegungsapparates mit dem Zellinnern vermittelt.

Bezüglich der Aehnlichkeiten im Plasmakörper will ich hier nur auf die in der Algensystematik so grosse Rolle spielenden Chromatophoren verweisen, die bei beiden Gruppen sehr grosse Aehnlichkeiten aufweisen, was später noch gezeigt werden wird.

Wenn man bedenkt, wie weit die Membranverhältnisse der Diatomeen selbst von denen der nächstverwandten Pflanzen abweichen, und dass im ganzen Pflanzenreiche keine einzige Gruppe existirt, die bezüglich des Membranbaues, der für die Diatomeen ja besonders charakteristisch ist, auch nur entfernt so viele wichtige Verknüpfungspunkte böte, wie die eben erwähnten zwischen Peridineen- und Diatomeenmembran, so muss man anerkennen, dass die systematische Zusammengehörigkeit beider Gruppen eine sehr nahe ist, und jedenfalls eine nähere Verwandtschaft zwischen Peridineen und Diatomeengruppen angenommen werden muss, als nach der andern Seite zwischen Diatomeen und der nächststehenden Algengruppe.

Intracelluläres Skelett.

Zu den bisher bekannten Formen, den nackten Peridineen, und den durch ein festes, zusammenhängendes, äusseres Skelett geschützten und gestützten Formen kann ich noch als dritte Gruppe einige Formen hinzufügen, die noch ein Skelett besitzen, das aber nur als Stütze, nicht als Schutz dienen kann, da es nicht die äusserste Zellschicht einnimmt, sondern im Innern liegt.

Bei einer nackten, einem *Gymnodinium* sehr ähnlichen Zelle [2]) mit Längs- und Querfurche fand ich einen auffälligen Inhaltskörper. In lebendem Zustande der Zelle erschien der Körper in Gestalt einer inneren, d. h. im Plasma liegenden tönnchenförmigen Haut, welche das Plasma seitlich in eine innere und eine äussere Partie spaltete, hinten und vorn aber offen war (Fig. $100_{,1}$). Der stark grobkörnige Inhalt des Ektoplasmas liess ein genaueres Studium des Inhaltskörpers an der lebenden Zelle nicht zu. Nach Aufhellung der äusseren Plasmaschichten durch Aether und Kalilauge löste sich die scheinbare innere Membran in ein eigenthümliches inneres Skelett auf *(Sk)*. Dasselbe bestand aus vier Theilen, zwei grossen Sk^1 und zwei kleinen Sk^2. Die beiden grossen sind einander gleich, jedes von ihnen stellt einen fünfstrahligen Stern dar vom Umriss eines Seesterns *(Asteracanthion rubens)*.

Die Grundfläche des Sterns wird von einer feinen, farblosen Membranplatte von 13 μ Durchmesser gebildet. An sie setzen sich fünf eben solche Arme unter einem Winkel von 72° an. Die Grundplatte besitzt einen Centralknoten oder -Ring, von dem fünf Leisten ausgehen, die, nachdem sie in einer Entfernung von 6 μ mit einer Ringleiste verbunden sind, sich in

[1]) Cf. Grunddiatomeen und Planktondiatomeen in F. Schütt, Pflanzenleben der Hochsee.

[2]) *Gymnaster pentasterias* (Ehr) Schütt, Tafel 27, Fig. $100_{,1-4}$.

die fünf Arme als Mittelleiste verlaufen. Leiste und Grundfläche der Arme sind gezähnt. An den Schnittpunkten von Radialleiste und Ringleiste erhebt sich die Leiste zu einem besonders hohen Zahn. Die Ausbildung der Leiste variirt etwas. In dem in Tafel 27, Fig. $100,_{3-4}$ gezeichneten Neapolitaner Exemplar ist die Leiste stark geflügelt, diese Flügel fehlten an den Ocean-Exemplaren, desgleichen auch der centrale Knoten *i*, der hier ein kleiner Ring war. Die Dicke der Platten war nicht über die ganze Fläche gleich, sondern die Grundfläche war dünn und wurde durch Verdickungsleisten gesteift.

Diese beiden Sterne sind für Skelettbildung dadurch geeignet, dass sie so gekrümmt sind, dass ein kugelförmiger Raum von ihnen umschlossen wird. Die Arme der beiden Sterne stehen sich dabei so gegenüber, dass sie sich mit den Spitzen fast berühren, und die Centralknoten die Pole eines Globus bilden, dessen Meridiane die Radialleisten der Arme markiren. Zwischen je vier Armen der beiden Sterne bleibt eine ungeschützte Fläche zur Verbindung des inneren und äusseren Plasmas. In einer dieser Flächen fanden sich die beiden kleinen Skeletttheile Sk^2. Jedes derselben offenbart sich als die Anlage der Centralplatte eines der grossen Sterne, mit Centralring, Radialleisten und Ringleisten, aber in verschiedenem Entwicklungsstadium. Aus ihrer Verschiedenheit untereinander und aus ihrem Unterschied von den grossen Sternen lässt sich der Wachsthumsvorgang dieser interessanten Gebilde schliessen. Die erste Anlage ist das Centrum mit dem Centralring, von dem die Radialleisten mit feiner, gänsefussähnlicher Verbindungshaut auswachsen. Fig. $100,_{2b}$ Sk^2 links zeigt das Stadium, wo der Stern erst aus einer feinen, kleinen, fünfeckigen Platte mit Centralring und Radialleisten besteht, die ihre normale Länge noch nicht erreicht haben. In der zweiten Platte ist das Wachsthum centrifugal schon weiter fortgeschritten. Der innere Theil der Radialstrahlen ist ausgewachsen. Das Wachsthum geht in der Richtung der Radialstrahlen schneller vor sich, als in den anderen Richtungen, denn von den Armen mit ihrer Rückenleiste sind schon kleine Stützen angewachsen, während die ringförmige Verbindungsleiste noch nicht vollständig ausgewachsen ist; die Mitte zwischen den Armen ist noch etwas im Wachsthum zurückgeblieben.

Es ist wohl kein Zweifel, dass die kleinen Sterne dazu bestimmt sind, zu den grossen auszuwachsen, wahrscheinlich zum Zweck der Zelltheilung.

Substanz. Gegen chemische Reagentien verhalten sich die Sterne ganz negativ. Durch Alkohol, Aether, verdünnte Kalilauge, verdünnte und konzentrirte Essigsäure und Salzsäure werden sie nicht verändert. Jod in Jodkalium und Chlorzinkjod färben sie nicht. Es schien mir darnach schon wahrscheinlich, dass das Skelett aus Kieselsäure bestehe. Lebende Exemplare erhielt ich nicht wieder zur Untersuchung, doch wurden bei den Planktonzählungen der Expedition noch einzelne vereinzelte Sterne, deren Zellkörper vergangen war, aufgefunden. Auf dem Deckglas erhitzt, blieben diese unverändert, während die daneben liegenden organischen Substanzen verkohlten. Dies bestätigt die Annahme, dass sie aus Kieselsäure bestehen, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass sie nicht ebenso, wie die Diatomeenschalen, noch eine organische, celluloseartige Grundmasse besitzen, der aber so reichlich Kieselsäure eingelagert ist, dass die Form selbst beim Glühen erhalten bleibt.

Man könnte zweifelhaft sein, ob man diese Form mit intracellulärem Skelett nicht besser überhaupt von den Peridineen trennte, doch liegt einstweilen für die Trennung noch kein triftiger Grund vor. So lange man Formen mit zusammenhängendem äusseren Skelett und ganz skelettlose Formen in einer Gruppe vereinigt lässt, mag auch die zwischen diesen beiden Extremen in der Mitte stehende Form mit innerem Skelett damit vereinigt bleiben, umsomehr, da sie, wie später gezeigt werden wird, die beiden Extreme noch in viel weiter gehender Weise verbindet, als dies jetzt den Anschein hat. Aber selbst wenn man die jetzigen Peridineen nach der Skelettbildung in drei getrennte Gruppen theilen wollte, und selbst wenn man diese Form mit innerem Skelett einer andern Gruppe zuweisen sollte, so bliebe die Auffindung dieses intracellulären Skeletts bei einer den Gymnodinien ähnlichen Form, und die Konstatirung der Wachsthumsart dieses Skeletts für die allgemeine Zellenlehre doch ebenso interessant wie jetzt, wo es auch in systematischer Hinsicht ein absonderlicher und, weil vermittelnder, interessanter Fund ist.

An den Skelettstern von *Gymnaster* möchte ich eine ähnliche Bildung anschliessen, die ich bei einem andern *Gymnodinium*-ähnlichen Wesen, von zweifelhafter systematischer Stellung, das ich *Monaster rete*[1]) nennen will, gefunden habe, und die uns in der Auffassung der Skelettbildung einen Schritt weiter führen kann. Die Zelle, von der ich nur ein Exemplar zu Gesicht bekommen habe, war nackt, von Doppelkegelform mit Querfurche in der Mitte, rosagefärbt, und hatte in der Vorderhälfte eine nur undeutlich erkennbare, grosse Vakuole und in der hinteren Körperhälfte, im Netzgehäuse, einen grossen Kern, der die Parallellagerung der Kernfäden besass, durch die sich die Peridineensterne so auffällig auszeichnen.

Das Merkwürdigste an dieser Zelle war ein inneres Skelett, dessen vordere Hälfte mit den *Gymnaster*-Sternen eine grosse Aehnlichkeit hat. Es ist ein fünfstrahliger Stern, dessen Arme so gebogen sind, dass sie einen dom-kegelförmigen Raum umschliessen. In diesem Raume lagert die Vakuole. Der hintere Theil der Zelle enthält ein Skelett, das einen ähnlichen Hohlraum umschliesst, aber viel dichter gefügt ist, indem es nicht aus einzelnen Strahlen, sondern aus einem regelrechten dichten Netz besteht. In diesem, vom Skelett geschützten Raum lagert der Zellkern. Dieses Netz erinnert schon an die Areolenbildung der Peridineenpanzer, doch zeigt es den Unterschied, dass die Kommunikation nicht durch einen feinen Nadelstichporus vermittelt wird, sondern durch die ganze, von den Leisten umgrenzte, durch keine Membran geschlossene Fläche. Die Hauptmasse des Körpers befindet sich innerhalb des Skeletts, eine ziemlich dicke Plasmaschicht umhüllt dasselbe nach aussen.

Bezüglich der Substanz des Skeletts unterscheiden sich *Monaster* von *Gymnaster*. Bei Einwirkung von konzentrirter Essigsäure zerfiel das Skelett in eine Anzahl Stücke, indem Theile davon ohne Kohlensäureentwicklung gelöst wurden. Nach Verdrängen der Essigsäure durch Wasser und Einwirkung von Chlorzinkjod färbte sich das Skelett nicht. Nach zwölfstündigem Liegen in der Lösung war jedoch das ganze Skelett gelöst, und statt dessen zeigte sich eine Lücke im Plasma. Es muss aber noch unentschieden bleiben, ob diese Lösung durch Chlor-

[1]) Tafel 27, Fig. 101.

zinkjod oder durch zurückgebliebene Reste der Essigsäure bewirkt wurde. Jedenfalls geht daraus hervor, dass dies Skelett nicht wie das von *Gymnaster* aus Kieselsäure besteht.

Noch einen Schritt weiter in der eingeschlagenen Richtung führt uns die in Tafel 27, Fig. 102 gezeichnete Zelle, die ich *Amphitholus elegans* nennen will. Die Form der Zelle ist der von *Monaster* sehr ähnlich. Auch hier befindet sich, im hinteren Ende vom Gitter umschlossen, ein grosser Kern mit dem parallelen Fädenverlauf der Peridineenzelle. Die Zelle enthält braune, runde Chromatophoren oder chromatophorenähnliche Körperchen. Im lebenden Zustande erscheint die Zelle wie eine gepanzerte Peridinee, nicht wie ein *Gymnodinium*. Die hintere Körperhälfte ist mit einem dem *Monaster* ganz ähnlichen Netzkorb gepanzert, die vordere Hälfte zeigt aber statt des Sterns einen ähnlichen Korb aus netzförmig verbundenen Leisten. Diese Leisten umschliessen grosse sechseckige Areolen, die theilweise durch eine feine Grundmembran geschlossen sind. In dieser Grundmembran bleibt aber eine grosse, kreisförmige Lücke oder ein Porus. Dieser Theil des Skeletts scheint also ganz nach dem Typus der gewöhnlichen Peridineenpanzer gebaut, nur dass statt des bei den gewöhnlichen Panzerformen gefundenen Nadelstichporus im Grunde jeder Areole hier je ein grosser, kreisförmiger Porus, der einen beträchtlichen Bruchtheil der Areolenfläche einnimmt, die Kommunikation zwischen innen und aussen herstellt.

Beide Skeletthälften schliessen sich zu einem vollkommenen Panzer zusammen, der die Zelle nach aussen definitiv abzuschliessen scheint, und sich nur durch grössere Durchbrechungen von dem gewöhnlichen Panzer unterscheidet. Das Verhalten gegen Reagentien zeigt, dass es kein wirklicher äusserer Panzer, sondern ein inneres Skelett oder ein Mittelding zwischen beiden ist. Dieses ist sehr weit nach aussen gerückt, aber noch von einer dünnen äusseren, durch die grossen Oeffnungen ungehindert mit dem Innern kommunicirenden Plasmaschicht umschlossen. Nach der Fixirung mit Essigsäure und darauf folgender Behandlung mit Kalilauge tritt das Plasma als gleichmässige Schicht über die ganze Panzeroberfläche hervor, sodass jetzt der Panzer ebenso wie bei *Gymnaster* ganz in die Plasmamasse eingebettet ist. Bei Zusatz von Essigsäure zog sich der Plasmakörper wieder zusammen, sodass der Panzer scheinbar wieder die äusserste Schicht der Zelle bildete.

In der Essigsäure löste sich aber der ganze Panzer ohne Blasenbildung langsam auf; er stimmt darin mit *Monaster*, aber nicht mit *Gymnaster* überein, und besteht also nicht aus Kieselsäure. Leider hatte ich auch von dieser Form nur eine Zelle zur Verfügung und konnte darum die systematische Stellung nicht sicher genug feststellen, doch scheint mir, ist sie systematisch der vorigen eng anzugliedern. Aber selbst wenn sie systematisch etwas weiter von ihr entfernt werden müsste, so würde dies der Bedeutung für allgemeine Fragen der Zellenlehre keinen Eintrag thun. Wir haben in *Gymnaster, Monaster, Amphitholus* augenscheinlich eine Reihe von Uebergängen vor uns, von dem inneren Skelett zu dem äusseren Zellpanzer, die sich immer mehr der gewöhnlichen Zellmembran der Peridineen nähert.

Wenn sich nun noch beweisen liesse, und das wird später bei Besprechung des Plasmakörpers (cf. »Extramembranöses Plasma«) geschehen, dass bei den Panzerperidineen die Panzeroberfläche mit einer feinen plasmatischen Schicht bedeckt ist, die durch die Poren

mit dem Zellinnern in Verbindung steht, so wäre die Reihe von *Gymnaster* zu den Panzerperidineen geschlossen, und wir könnten dann den gewöhnlichen Zellpanzer der Peridineen als Homologon des intracellulären Skeletts von *Gymnaster* ansehen.

Die nahen Beziehungen des Peridineenpanzers zum Diatomeenpanzer lässt auch diesen als Homologon des intracellulären Skeletts erscheinen. Dies eröffnet dann weiter eine weitgehende Perspektive in die mit den Diatomeen beginnende typische Pflanzenreihe und lässt auch bei diesen die Zelle nicht mit der Membran, sondern mit dem intercellulären Plasma abschliessen, sodass auch die Pflanzenmembran ihrem ersten morphologischen Werth nach zu den intracellulären Skelettbildungen gehört, von dessen einfachsten Typen es sich unterscheidet durch weitergehende Umgestaltung in der angefangenen Reihe, Hinausschiebung der Schutzhülle resp. Zurückziehung des Plasmas in das Skelett.

Andererseits ist die Aehnlichkeit der beschriebenen intracellulären Skelette mit denen der Radiolarien nicht zu verkennen. Dies eröffnet eine Perspektive in die andere Richtung nach der thierischen Seite der Protozoen hin.

Die morphologische Beziehung, die Ausbildung eines intra-extracellulären Skeletts bleibt nach beiden Seiten erhalten, die Form des Skeletts, seine Lagerung und seine chemische Zusammensetzung wechselt je nach den Gruppen des Thier- und Pflanzenreichs.

Cytoplasma.

Ueber den feineren Bau des Weichkörpers der marinen Peridineen, abgesehen von einzelnen besonders differenzirten Einschlüssen derselben, wie Chromatophoren, Kern, Fetttropfen, liegen sehr wenig Beobachtungen vor; nur wenige haben ihn überhaupt berücksichtigt, und auch von diesen liegen nur kurze Notizen über denselben vor. So sagt Bergh (**57**, 201): »Das Protoplasma ist eine feinkrümelige Substanz, in der grössere wie kleinere Körner sowie der Zellkern eingelagert sind«. Nach Penard (**113**, 19) ist das Protoplasma granulirt, bisweilen abgerundet in kleinen Kugeln, und lässt im Uebrigen nichts Besonderes bemerken.

Nach Bütschli (**87**, 963) hat das Cytoplasma netzige Struktur. Da die Netzbilder nach Bütschli's Auffassung allgemein einem wabigen Bau ihren Ursprung verdanken, so wäre nach ihm das Protoplasma der Peridineen wabig aufgebaut.

Schilling (**120**, 19) berichtet über den Protoplasmakörper der Süsswasserperidineen, dass es eine zähflüssige Masse bilde, welche durch eine dichtere Hautschicht gegen ihre Umgebung abgeschlossen sei. Er erwartet von den Süsswasserformen überhaupt keine Aufklärungen über die Struktur des Protoplasmas, weil ihre Undurchsichtigkeit ein tieferes Eindringen in die Zelle verhindert. Die einzige weitergehende Differenzirung ist von Bergh behauptet worden, welcher eine Sonderung in ein Ektoplasma und ein Entoplasma angiebt. Sein »hyalines Ektoplasma, p. 201, ist als ein sehr schmaler Saum vom körnigen Entoplasma unterscheidbar«. Bütschli, p. 964, erklärt dieses Ektoplasma nur für die äusserste dünne Plasmaschicht des Körpers (oben Hautschicht genannt), die sich von dem übrigen Plasma in keiner Weise durch besondere Eigenthümlichkeiten unterscheide, und deshalb auch nicht wohl als Ektoplasma betrachtet werden darf«. Etwas mehr Recht räumt Bütschli den Beobachtungen von Bergh bezüglich einer ektoplasmatischen Schicht bei Gymnodinien ein. *Gymnodinium spirale* soll nach Bergh, p. 254, eine Schicht enthalten, die der sogenannten Myophanschicht der Ciliaten entspricht. Unter der Oberfläche finden sich nämlich hellere hyaline Streifen, die mit dunkleren, körnigen alterniren, sie verlaufen vom Vorderende bis zum Hinterende. Diese Streifen sollen das Mittel für kräftige Kontraktion des Organismus abgeben. Das Entoplasma dieser Form ist nach Bergh »körnig«. Klebs (**79**, 730) widerspricht ebenso wie Bütschli den Ausführungen von Bergh; seine Be-

schreibung des Cytoplasma lautet: »Ueber das Protoplasma lässt sich nur sehr wenig sagen. Eine deutliche Differenzirung in Ekto- und Entoplasma, wie sie Bergh für *Gymnodinium spirale* beschreibt, liess sich bisher bei keiner anderen Peridinee nachweisen«. Bei seinem *Gymnodinium Archimedis* erwähnt Pouchet (**84**, 67) eine Art von Integument, das granulirt sei und kleine zerstreute Bläschen aufweise. Auf der Skizze zeichnet er eine radiär gestrichelte äussere Schicht, welche wohl dieses Integument vorstellt. Doch ist seine Beschreibung nicht so bestimmt gehalten, dass sich Sicheres daraus entnehmen liesse.

Meine eigenen Beobachtungen bestätigen in mancher Hinsicht die Auffassung von Bergh, wenngleich ich Bütschli darin Recht geben muss, dass dasjenige, was Bergh als hyalines Ektoplasma an gepanzerten Formen beschreibt, nichts weiter ist als die überall vorhandene sog. Hautschicht, die nicht als Ektoplasmaschicht bezeichnet werden darf. Bei Gymnodinien, glaube ich aber, kommt Bergh mit seiner Theilung in zwei Zonen der Wahrheit schon näher, da er hier augenscheinlich nicht nur die Hautschicht meint, sondern sie mit einer darunter liegenden Schicht, die später beschrieben werden soll, als Ektoplasma zusammenfasst.

Bezüglich der feineren Struktur gehen die wenigen existirenden Angaben sehr weit auseinander. Die Bergh'sche Angabe des »feinkrümeligen« Protoplasma dürfte bei dem jetzigen Stande der Zellenlehre nicht mehr genügen. Bergh wird, wie ich glaube, zu dieser Auffassung gekommen sein durch das Studium von konservirtem Material, welches allerdings leicht solche Auffassung erzeugen kann. Die Bilder der lebenden und der todten Peridinieenzelle sind aber sehr verschieden, denn sämmtliche Fixirungsmittel, auch die besten, rufen so grosse Veränderungen der feineren Zellelemente hervor, dass das Aussehen der Zelle total verändert wird. Von den feinen Differenzirungen, welche der Zellkörper im lebenden Zustande zeigt, bleibt in der fixirten Zelle nur wenig erhalten, und dafür treten andere Bilder auf, die ohne weiteres einen Rückschluss auf die feineren Verhältnisse der unveränderten Zelle nicht erlauben. Es ist darum zur Zeit noch nicht statthaft, die getödtete Zelle zur Grundlage des Studiums über den Gesammtaufbau der Peridineenzelle zu machen. Wenn man vor Täuschungen durch Kunstprodukte bewahrt bleiben will, so sind erst an der lebenden Zelle die Grundfragen über den Aufbau der Peridineenzelle zu lösen, dann erst tritt das Studium der fixirten Zelle in ihr Recht. Die nachfolgenden Studien über das Protoplasma sind darum auch durchweg an lebendem Material gemacht. Nur zur Lösung bestimmter Specialfragen, bei denen die Täuschung durch Kunstprodukte nicht zu befürchten war, namentlich zum Studium gewisser Einschlüsse und Differenzirungen, wie Fettplatten etc., wurde die Zelle der Einwirkung von Reagentien unterworfen.

Der Aufbau des Weichkörpers der Peridineen besitzt in seinen verschiedenen Differenzirungen eine sehr grosse Mannigfaltigkeit. Nicht nur besitzen die verschiedenen Familien, ja selbst die verschiedenen Gattungen einen typisch verschiedenen Aufbau des Plasmaleibes, der für sie oft so charakteristisch ist, dass er sie von allen anderen Gruppen trennt. Selbst die einzelnen Arten ein und derselben Gattung zeigen im Aufbau ihres weichen Zellleibes so typische Verschiedenheiten, dass häufig schon allein hiernach, ohne Berücksichtigung der bisher gewöhnlich für die Artbestimmung allein benutzten Zellmembran, die eine Art von der anderen unterschieden werden kann.

Es ist dies um so auffälliger, als sonst der Aufbau des Weichkörpers innerhalb grösserer Artengruppen eine weitgehende Gleichförmigkeit besitzt. So hat z. B. die in vieler Beziehung den Peridineen parallel laufende Pflauzengruppe der Diatomeen trotz ihrer enormen Artenzahl und ihres grossen Formenreichthums nicht im Entfernten die Verschiedenheiten im Aufbau des Plasmaleibes aufzuweisen, wie die Gruppe der Peridineen.

Dazu kommt noch die Verschiedenheit im Aufbau des Zellleibes derselben Art bei verschiedenen Entwicklungsstadien, die so weit geht, dass nicht nur der für die Art typische Aufbau der Zellelemente sich ändert, sondern auch die Zellelemente selbst so grosse Veränderungen erleiden, dass sie kaum noch erkannt werden können.

Zonen des Zellleibes.

Der weiche Zellleib lässt bei den durchsichtigen Peridineen gewöhnlich zwei morphologisch differente Zonen wahrnehmen, die ich darum zur Grundlage der weiteren Betrachtungen nehmen will, weil sie zwei sehr wichtige, funktionell verschiedene Rollen im Zellleben zu erfüllen haben. Es ist dies die äussere Wandschicht von meist nur geringer Mächtigkeit, die gewöhnlich durch grössere körnige Einschlüsse ausgezeichnet ist, und ein innerer die Hauptmasse des Zellleibes ausmachender Theil von mehr oder minder homogener Beschaffenheit. Ersteren habe ich in meinem vorläufigen Bericht als Hüllplasma, letzteren Füllplasma bezeichnet (123).

Hüllplasma.

Gegen die Absonderung dieses Theiles vom übrigen Zellleibe liesse sich manches einwenden, namentlich der Umstand, dass die eigentliche Plasmagrundmasse keine scharfe Grenze zwischen beiden zeigt. Vielmehr scheint das Hüllplasma allmählich in das Füllplasma überzugehen. Der Unterschied ist also mehr ein physiologischer als morphologischer. Immerhin lässt sich auch morphologisch die Grenze zwischen beiden in den meisten Fällen ziemlich genau angeben, indem die grobkörnigen Einschlüsse des Hüllplasma sich meistens genügend scharf von dem körnerarmen oder körnerfreien Innenraum abgrenzen. Im Allgemeinen ist die Begrenzung der beiden Theile nicht scharf genug, um sie daraufhin als morphologisch streng gesonderte Schichten aufzufassen, in manchen Fällen lässt sich aber doch diese Annahme kaum vermeiden. Als Beispiel führe ich an, dass es mir bei einer Zelle von *Peridinium ovatum* gelang, durch Behandlung mit Kalilauge und Eau de Javelle die beiden Schichten zu trennen, indem dadurch das Entoplasma schrumpfte und sich von der äusseren körnerführenden Schicht lostrennte.

Die Dicke der Hüllplasmaschicht ist sehr verschieden; bald besitzt sie eine ziemlich bedeutende Mächtigkeit, in anderen Fällen dagegen ist sie so zart, dass sie nur schwierig oder ganz unsicher erkannt werden kann.

Das Hüllplasma sondert sich wieder in zwei Schichten, eine äussere, die Hautschicht, und eine innere, die Körnerschicht.

Hautschicht. Die Hautschicht ist oben bei Besprechung der Periplasten schon erwähnt worden.

Körnerplasma. Der an die Hautschicht angrenzende Theil des Hüllplasma, das Körnerplasma[1]) ist eine mehr oder minder dicke Schicht, die schon äusserlich durch ihren ungewöhnlichen Reichthum an körnigen Einschlüssen charakterisirt wird. Nach Innen geht das Körnerplasma ohne scharfe Grenze über in das körnerarme Entoplasma, oben Füllplasma genannt. Physiologisch wird dasselbe charakterisirt als bevorzugter Träger einer Reihe von Einschlüssen, die für das Leben der Zelle eine sehr wichtige Rolle spielen. Es sind dies vor allem die Assimilationsorgane, die Chromatophoren, ferner die Träger von Stoffwechselprodukten, wie Oeltropfen, Oelplatten, von eigenthümlichen farblosen, plasmatischen Gebilden, wie Platten, Stäbchen und anderen besonders differenzirten Gebilden, welche später bei Besprechung der Plasmaeinschlüsse für sich behandelt werden sollen.

Füllplasma.

Während das Körnerplasma, die innere Schicht des Hüllplasmas, häufig mit den dasselbe charakterisirenden Einschlüssen dicht gefüllt ist, erscheint das Füllplasma gewöhnlich als eine farblose, durchsichtige, fast homogene Flüssigkeit, die als indifferente Füllmasse den ganzen vom Hüllplasma freigelassenen Raum einnimmt. Es ist der Träger weniger, aber grosser Zelleinschlüsse, wie Kern, Vakuolen, Saftkammern u. s. w.

Die Grundmasse des Füllplasmas besitzt geringere Dichtigkeit als die Hüllplasmaeinschlüsse. Sein Lichtbrechungsvermögen steht dem des Wassers nahe. Bei schwacher Vergrösserung erscheint es klar und durchsichtig, bei stärkerer Vergrösserung erkennt man zahllose sehr feine Körnchen oder Fädchen, die in eine wasserhelle, homogene Flüssigkeit eingeschlossen sind. Wegen ihrer übergrossen Zartheit lässt sich wenig über diese Einschlüsse aussagen. Aehnliche feine, an der Grenze der Sichtbarkeit stehende Differenzirungen sind auch im Plasma anderer Organismen gefunden worden. Ueber ihre Natur bestehen noch Kontroversen. Da andere Fragen mich zu sehr beschäftigten, so habe ich dieser Frage keine specielleren Studien gewidmet. Die von mir gesehenen mikroskopischen Bilder lassen sowohl die Möglichkeit offen, dass eine Fibrillengerüstsubstanz die erwähnten Differenzirungen erzeuge, als auch, dass ein wabenförmiger Bau vorliege, wobei Knotenpunkte, Wabengrenzen, die Körner und Fibrillen vortäuschen. Die Frage nach der Natur der feinsten Körnelung des Füllplasmas der Peridineen muss ich also für spätere Specialuntersuchungen noch offen lassen. Von anderen Gesichtspunkten ausgehend, werde ich aber später nach Besprechung weiteren Beobachtungsmaterials auf diese Frage noch einmal zurückkommen[2]). Durch Fixirungsmittel gerinnt das Entoplasma so grobkörnig, dass der feinere Bau desselben entstellt wird.

Ausser dieser Trennung in zwei Schichten zeigt das Plasma noch eine grosse Menge anderer Differenzirungen, die theils direkt als Organisationsverhältnisse des Plasmakörpers selbst aufzufassen sind, theils als sogenannte Plasmaeinschlüsse, die, wenn sie auch selbst nicht zum

[1]) *kPl* in Tafel 4, Fig. $19,_1$; *KP* in Tafel 14, Fig. $46,_3$; *Kp* in Tafel 22, Fig. $72,_5$.

[2]) In den Zeichnungen ist die Körnelung des Grundplasmas nur in wenigen Figuren schematisch angedeutet, in den meisten Figuren, ebenso wie die Differenzirung in Hüll- und Füllplasma, nicht gezeichnet.

Plasma gerechnet werden können, dennoch zu ihrer Ausbildung besondere Organisationsverhältnisse des Plasmas erfordern.

Das Körnerplasma bezeichnete ich vorhin als den auffälligsten Theil des Hüllplasmas. Dies könnte leicht zu der Ansicht verleiten, als ob es lediglich auf das Hüllplasma beschränkt sei. In den meisten Fällen dürfte dies zwar auch stimmen, denn die reichlich körnerführende Schicht erscheint meistens durchaus an die Peripherie der Zelle gebunden, nicht selten jedoch erstreckt sich das Körnerplasma auch tief ins Innere der Zelle hinein, so geht z. B. bei *Podolampas bipes* gewöhnlich ein Balken von besonders stark körnigem Plasma von der Peripherie tief ins Innere[1]). Bisweilen sind diese körnigen Abtheilungen des Plasmas im Innern scharf abgegrenzt. Wenn dies der Fall ist, und wenn sie dazu an funktionell wichtigen Punkten getroffen werden, wie z. B. in Verbindung mit der Geisselspalte (cf. *Ceratium limulus, K* in Tafel 9, Fig. $39,_{1}$), oder mit der Siebplatte (cf. *Podolampas bipes*), so liegt die Vermuthung nahe, dass sie auch ganz bestimmte physiologische Funktionen besitzen.

Plasma-Organisirung.
Flüssigkeitsräume.

Claparède und Lachmann erklären (**33**. 393), dass bei keiner Peridinee bisher eine kontraktile Vakuole bekannt sei. Pl. 20, Fig. 6 zeichnen sie jedoch ein kreisförmiges Zellgebilde, das wohl nichts anderes sein kann, als eine der später zu beschreibenden Vakuolen.

R. von Willemoes-Suhm (**44**, 381) sah im Inneren eines *Peridinium* eine längliche Blase, die ihm den Eindruck machte, als stülpe sie sich nach innen hinein ein. Seine Zeichnung zeigt die Vakuole als einen länglichen, etwas gelappten Sack mit einer halsartigen Einschnürung, welche als Ausführungskanal zu betrachten ist. Bei *Ceratium tripos* konnte er keine derartige Blase finden.

Bergh (**57**, 231) bestätigt das Vorhandensein der von Willemoes-Suhm aufgefundenen Blase. »Ich habe gesehen, wie die Blase durch ein feines Kanälchen, das durch die Flagellumspalte in der Längsfurche ausmündet, mit dem umgebenden Medium in Verbindung steht. Aber sehr oft habe ich sie auch völlig isolirt, vollständig vom Protoplasma umgeben, gefunden. Kontraktionen der Blase wurden niemals beobachtet«. Aehnliche Blasen in der Einzahl oder Zweizahl findet er auch noch bei einzelnen anderen Arten. *Prorocentrum micans* hat nach Bergh gewöhnlich zwei helle, von Flüssigkeit erfüllte Blasen, die sich nicht kontrahiren, aber doch bisweilen in eine einzige verschmelzen sollen. Bei anderen Species, wie *Glenodinium cinctum*, *Protoceratium aceros*, finden sich dagegen nach Bergh keine Vakuolen. Sämmtlichen Ceratien, mit Ausnahme von *Ceratium fusus*, sollen die Vakuolen fehlen.

Dieser Abhandlung von Bergh (**57**) gegenüber brachte die für das Studium des Zellpanzers klassische Arbeit Stein's keine besonders wesentlichen Fortschritte mehr für die Kenntniss der Vakuoleneinrichtung. Stein zeichnet bei den Prorocentrinen im Vorderende der Zelle gewöhnlich zwei kleine, runde Vakuolen, die in einigen Figuren verschmolzen sind zu einer etwas grösseren, die durch einen Kanal mit der Geisselspalte in Verbindung steht. Diese Verschmelzung von zwei Vakuolen ist eine neue und von Bergh abweichende Behauptung. Stein zeichnet dann weiter bei einer Anzahl von Formen kleine, kugelförmige Blasen, die Bergh nicht hat. Seine Zeichnungen stellen jedoch mit solcher Regelmässigkeit die Vakuolen als kleine, kugelrunde Gebilde dar, die so wenig mit den von mir an lebendem Material beobachteten Formen übereinstimmen (cf. unten den Text, p. 46), dass ich nicht umhin kann, zu glauben, dass er stark schematisirt.

Die Arbeiten von Pouchet bringen nichts wesentlich Neues bezüglich des Vakuolenapparates. Pouchet konstatirt nur im Allgemeinen das Vorhandensein von einer oder zwei Blasen im Plasma. Von Interesse ist jedoch

[1]) Tafel 19, Fig. $56,_{11}$ *KPl.*

eine Beobachtung an *Gymnodium crassum* (**85**, 67), bei welchem er unter der Haut Blasen unterscheidet, die aneinander gedrückt sind, und die durch ihre gegenseitig aneinander gedrückten Umrisse ein elegantes Sechsecknetz erzeugen.

Klebs (**79**, 737) widerspricht der Behauptung Stein's inbetreff des Vorkommens von kontraktilen Blasen sowohl für Süsswasser- wie für Meeres-Peridineen. »Was Stein in seinen Figuren als solche bezeichnet, sind Vakuolen, welche bei normalen Lebensverhältnissen sich nicht verändern, wenigstens nicht in einer direkt wahrnehmbaren Weise. Sie entsprechen wohl den Zellsaftvakuolen bei vielen Pflanzenzellen«. Ueber die Ausgestaltung der Vakuolen nach Form und Lagerung macht Klebs für einige Arten speciellere Angaben, die als die bisher genauesten hier wiedergegeben werden mögen: »Bei *Glenodinium obliquum* finden sich sehr häufig zwei grosse, ovale, vakuolenartige Behälter, welche mit ihrem spitzigeren Ende gegen die Längsfurche gerichtet sind; bisweilen kommt statt dessen nur eine einzige, dann viel grössere Vakuole vor. Bei *Ceratium*-Arten wechselt die Zahl und Grösse der Vakuolen je nach den Individuen, vielleicht auch nach Alter und Standort; man findet Exemplare, bei welchen der grössere Theil der vorderen Körperhälfte von einer einzigen grossen Blase eingenommen ist, welche den Kern ganz zur Seite gedrängt hat. Besonders gross und deutlich erscheint eine solche Blase bei den diatominfreien Formen wie *Protoperidinium pellucidum, Peridinium divergens, Diplopsalis lenticula*, bei welchen Bergh darauf hingewiesen hat. Hier spitzt sich die Blase oft deutlich in einen feinen Kanal zu, welcher in der Nähe der Querfurche zu enden scheint. Bergh nimmt für diesen Fall eine direkte Kommunikation der Blase mit der Aussenwelt an, was wohl möglich, wenn auch bisher nicht entschieden ist. Wenn übrigens Peridineen, speciell *Ceratium*-Arten, unter Deckglas längere Zeit beobachtet werden, sieht man häufig die Vakuolen sich vergrössern, kleinere neu entstehen; diese Erscheinung beruht aber nicht auf dem Dasein von kontraktilen Blasen, sondern auf der Wasserausscheidung des Cytoplasmas infolge von ungünstigen äusseren Verhältnissen«.

Bütschli (**86**, 537) konnte bei *Glenodinium cinctum* keine kontraktile Vakuole auffinden, dagegen giebt er an, dass sich nicht selten eine oder mehrere gewöhnliche Vakuolen auf der Ventralseite der vorderen Körperhälfte oder auch auf der Grenze der beiden Körperhälften finde. Bütschli (**87**, 972) spricht die Vermuthung aus, dass Vakuolen bei den Peridineen überall vorhanden seien, und dass sie bei denjenigen Formen, welchen Bergh die Vakuole abspricht, wahrscheinlich bisher nur übersehen worden sind. Bezüglich der Bedeutung der Vakuolen widerspricht Bütschli sowohl Bergh wie Klebs. Ersterer hielt sie für Organe zur Aufnahme flüssiger Nahrung. Letzterer für Safträume, denen der Algenzellen gleichwerthig.

Bütschli vertritt die Meinung, dass der Vakuolenapparat der Peridineen sich den kontraktilen der Flagellaten anreihe, indem er annimmt, dass es sich bei den Peridineen »um eine oder zwei langsam kontraktile Vakuolen handelt, welche letztere vor der Entleerung gewöhnlich zusammenfliessen und sich dann durch ein feines Kanälchen nach aussen öffnen«.

Penard's (**113**) Arbeit bringt nichts Neues über Vakuolen. Er hat bei *Ceratium macroceros* nach pulsirenden Vakuolen vergeblich gesucht.

Schilling (**120**) fasst seine Ansicht über die Vakuolen in die folgenden Worte zusammen: »In der Naturgeschichte der Peridineen giebt es wohl kaum mehr ein Gebiet, über welches wir im Allgemeinen so wenig unterrichtet sind, als über das vorliegende. Fast alle unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand sind von marinen Formen gewonnen worden, denn wegen ihrer Undurchsichtigkeit eignen sich die Süsswasserformen nicht zu solchen Beobachtungen. Man kann sich wohl durch die Wirkung der Plasmolyse von dem Vorhandensein der Vakuolen indirekt überzeugen, hin und wieder gelingt es etwa auch einmal, im Körper einen unbestimmt abgegrenzten Raum wahrzunehmen, dessen Inhalt sich in lebhafter Bewegung befindet, allein weiter kommt man mit seinen Beobachtungen an den chromatophorenreichen Formen des Süsswassers nicht«.

Zu den wichtigsten Organisationsverhältnissen des Peridineenplasmas gehört seine Sonderung in verschiedene Räume, indem im Plasma räumlich bestimmt begrenzte Stellen sich absondern, die eine wässerige, nicht zum Plasma zu rechnende Flüssigkeit enthalten. Von solchen Flüssigkeitsräumen fand ich zwei Arten von morphologisch und physiologisch verschiedenem Charakter, von denen ich die einen Vakuolen, die anderen Pusulen nennen will. Erstere halte ich für morphologisch gleichwerthig mit den Vakuolen der höheren Pflanzenzellen, während letztere nur im Sporenstadium höherer Algen Homologa finden.

1. Vakuolen oder Safträume.

Vakuolenzone. Der vom Körnerplasma umschlossene Raum erscheint, abgesehen von einzelnen grossen, besonders zu betrachtenden Inhaltsgebilden, von einer gleichmässigen Plasmamasse erfüllt, welche die oben erwähnte Körnelung zeigt. Bei zarteren Zellen, bei denen das Bild des Zellinneren nicht, wie dies sehr häufig der Fall ist, durch die Einschlüsse des Körnerplasmas und durch starke Membranstrukturen getrübt wird, konnte ich jedoch erkennen, dass der Grad der Differenzirung des Plasmas in die zwei Zonen nicht abgeschlossen ist, sondern, dass auch das Füllplasma noch Organisirung zeigt, die nur durch die stark lichtbrechenden, störenden, oberen Schichten oft verdeckt werden. In diesen günstigen Fällen sieht man, dass die feine Körnelung des Füllplasmas nicht gleichmässig über den ganzen Raum verbreitet ist, sondern mehr oder minder zahlreiche, mit klarer Flüssigkeit gefüllte Räume frei von Körnern sind.

Diese mit Zellsaft gefüllten Hohlräume halte ich für morphologisch gleichwerthig mit den Vakuolen der höheren Pflanzenzellen, wenngleich die Grenze zwischen Saftraum und Plasmakörper bei den Peridineen weniger deutlich ist als bei den höheren Pflanzen. Dies könnte aber seinen Grund haben in grösserem Wasserreichthum des Peridineenplasmas und darum grösserer Annäherung seines Lichtbrechungsvermögens an das des umgebenben Wassers.

Eine besonders differenzirte Vakuolenwand habe ich bei diesen Safträumen nicht gefunden.

Die Zahl der Vakuolen in der Zelle ist meist recht beträchtlich; die Grösse schwankt. Gewöhnlich übersteigt das Volumen der Vakuolen dasjenige des Grundplasmas so bedeutend, dass die Vakuolen nicht mehr als kugelige Bläschen eingestreut erscheinen können, sondern so dicht aneinander gedrängt sind, dass sie sich gegenseitig abflachen, und so als Schaumblasen, deren oft sehr dünne Wände von dem Grundplasma gebildet werden, erscheinen [1]).

Form und Lagerung. Sehr häufig bilden die Vakuolen eine einfache Schicht polygonal gegeneinander abgeflachter, nach aussen rundlich abgegrenzter Hohlräume, die den Raum zwischen den mehr central gelegenen Organen (Kern, Pusulen) und dem peripherischen Körnerplasma ausfüllend, eine saftreichere, plasmaärmere Zone bilden [2]). Es scheint die Neigung vorzuwalten, nur eine einfache Schicht solcher Vakuolen auszubilden, wenngleich dies durchaus nicht ausnahmslose Regel ist. Die Folge davon ist, dass häufig die Vakuolen die Gestalt von oben und unten rundlich abgestutzten Pyramiden annehmen. Wenn die Zahl der Vakuolen im Verhältniss zur Oberfläche der Zelle gross ist, so werden diese Pyramiden recht spitz und schmal, die Zelle erhält dann im optischen Querschnitt einen radialstrahligen Bau, in dem die Plasmawände der Vakuolenpyramiden als Strahlen erscheinen [3]). Dies führt, namentlich wenn das Grundplasma gefärbte Inhaltskörper (z. B. Chromatophoren) enthält, zu sternförmigen Bildern [4]), die mehrfach zu Täuschungen Veranlassung gegeben haben, indem die sich deckenden

[1]) Tafel 16, Fig. $49_{,12}$ *V*.

[2]) Tafel 13, Fig. $43_{,19}$, Tafel 16, Fig. $49_{,11}$; Tafel 20, Fig. $60_{,1}$, $61_{,3}$; Tafel 22, Fig. $73_{,1}$.

[3]) Tafel 26, Fig. $90_{,3}$.

[4]) Tafel 6, Fig. $26_{,4}$ u. $_{6}$; Tafel 7, Fig. $27_{,2}$; Tafel 8, Fig. $33_{,2b}$.

Chromatophoren in dieser Sternfigur für einen einzelnen sternförmigen Chromatophor gehalten wurden, so z. B. bei *Pyrophacus horologium*[1]).

Vakuolenschaum. Wenn die Vakuolen nicht, wie es sehr häufig der Fall ist, eine einfache, dem Zellumriss folgende Schicht von Kammern zwischen Centralorganen und Peripherie bilden, sondern auch in radialer Richtung zu mehreren unregelmässig übereinander liegen, so wird das Vakuolenbild noch ähnlicher dem der höheren Pflanzen, namentlich in der Nähe der Vegetationspunkte, wo der Hauptzellraum noch nicht von einer einzigen grossen Vakuole eingenommen ist. Das Plasma erscheint in dieser Form der Vakuolenausbildung als ein Schaum- oder Wabenwerk[2]), ähnlich den Bütschli'schen Plasmaschäumen[3]), es darf jedoch nicht damit verwechselt werden, weil dieser Schaum sich von dem Bütschli'schen durch viel bedeutendere Grösse der Waben unterscheidet. Die Waben des Schaumes von Bütschli sind ca. 1—3 μ gross; die Grösse der Vakuolenschaumblasen beträgt 10 μ und mehr.

Saftraum. Viel seltener scheint der Fall zu sein, dass bei den Peridineen die verschiedenen Vakuolen miteinander verschmelzen und nun einen grossen centralen Saftraum bilden, wie es bei den höheren Algen die allgemeine Regel ist, doch kommt auch dieser Fall bei Peridineen vor. Ein vorzügliches Beispiel liefern die Entwicklungsstadien von *Gymnodinium lunula* Schütt (sog. gehörnte Cyste).

Zwei Safträume. Die Zelle (Tafel 25, Fig. 80) hat die Form einer zum Halbmond gebogenen, etwas um die Längsachse tordirten Spindel, die von einer dünnen, weichen, glashellen, aus einem zusammenhängenden Stück bestehenden Cellulosemembran umschlossen wird. Die beiden grossen Hörner werden nur zum kleinsten Theil vom Plasma ausgefüllt, den grössten Theil des Raumes nehmen zwei grosse Vakuolen ein. In der Mitte der Zelle liegt der Zellkern, umgeben von einer Plasmaanhäufung, welche als Brücke die Mitte der Zelle ganz ausfüllt, während in den Hörnern das Plasma nur einen sehr dünnen Wandbelag bildet, der die beiden grossen Safträume als feiner kontraktiler Schlauch umschliesst. Besonders deutlich wird das Verhalten, wenn der Plasmakörper beginnt, sich in das viel kompendiösere rundliche *Gymnodinium* umzuformen, und zu diesem Zweck sich zuerst an den Spitzen der Hörner von der Wand zurückzieht. In dieser plasmolysirten Form wird die zarte Plasmaschicht, welche die Vakuolen umspannt, die, so lange sie der Cellulosemembran dicht anlag, im optischen Querschnitt kaum gesehen werden konnte, deutlich sichtbar[4]).

Die Anordnung des Plasmas zu einem centralen Balken mit zwei grossen seitlichen Safträumen kommt bei lang gestreckten Diatomeen sehr häufig vor. Pfitzer[5]) beschreibt so

---

[1]) Tafel 17, Fig. $51,_{1}$, mattgelber Stern ohne Randkontour.

[2]) Tafel 22, Fig. $72,_{5}$.

[3]) O. Bütschli, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Versuche und Beobachtungen zur Lösung der Frage nach den physikalischen Bedingungen der Lebenserscheinungen. Leipzig 1892.

[4]) Dieses Stadium ist in Tafel 25, Fig. $80,_{3}$ gezeichnet. An den Hornenden ist die Zelle plasmolysirt, dadurch sind hier zwei vom Plasma nicht umschlossene Höhlen *a* entstanden, und der die zwei Safträume abgrenzende, die Vakuolen umspannende, dünne Plasmaschlauch ist sichtbar geworden.

[5]) Ernst Pfitzer, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen in Hanstein's Bot. Abh. a. d. G. d. Morph. u. Physiol. 1871.

den typischen Bau von Nahtdiatomeen, z. B. *Pinnularia, Navicula* u. s. w. Einige Species von *Rhizosolenia* sind in diesem Zustande dem *Gymnodinium lunula* in Form der Zelle, Anordnung des Kerns und der Chromatophoren so ähnlich, dass man an Mimikribildung denken könnte. Wenn man die Gleichheit der Lebensbedingungen der beiden Formen berücksichtigt, wie ich sie in meinem Bericht über das Pflanzenleben der Hochsee[1]) angedeutet habe, ist es jedoch nicht so schwer verständlich, dass sich in zwei verschiedenen, noch dazu nahestehenden Pflanzengruppen zwei Formen ausbilden konnten, die sich so sehr gleichen, wie die Cystenform von *Gymnodinium lunula* und *Rhizosolenia robusta*.

Ein einziger Saftraum. Noch ähnlicher den Diatomeen (*Rhizosolenia robusta* u. A.) wird die erwähnte Cyste durch Verschmelzung ihrer zwei Vakuolen zu einer einzigen. Tafel 24, Fig. $80,_{1-2}$ zeigen den von mir allerdings seltener beobachteten Zustand, wo der mittlere kernführende, nicht mehr von Wand zu Wand gehende, Plasmabalken die ganze Zellmitte ausfüllt, sondern als dicker Klumpen einer Seite anliegt und dadurch die Verbindung zwischen den beiden seitlichen Safträumen frei lässt, sodass die Zelle jetzt ebenso wie die meisten Algen nur einen einzigen grossen Saftraum enthält.

Freie Plasmastränge. Noch grösser wird die Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Pflanzenzellen mit einem grossen Saftraum dadurch, dass das kernführende Centralplasma, das an einer Wand liegt, durch Plasmastränge mit dem gegenüberliegenden Wandplasma in Verbindung bleibt. Die Verbindungsstränge sind verschieden gebildet, man findet einfache, kurze, dicke Stränge und verzweigte, oft ungleich dicke, namentlich an den peripherischen Verzweigungen oft zu dünnen Fädchen auslaufende Plasmastränge, denen Chromatophoren und andere Einschlüsse des Plasmas eingebettet sind und von ihnen transportirt werden[2]).

Strangnetz. Die Stränge sind gewöhnlich nur centrifugal verzweigt, in einzelnen Fällen liessen sich auch netzartige Verbindungen deutlich erkennen. Besonders deutlich traten sie bei *Gymnodinium rete*[3]) auf. Ein deutliches, stark hervortretendes Netz stark lichtbrechender Stränge ist jedoch bei Peridineen äusserst selten, viel seltener als ich die analoge Erscheinung bei den Diatomeen beobachtet habe.

Eingebettete Stränge. Ausser diesen freien, durch den Saftraum ausgespannten Strängen kommen aber auch noch strangförmige Differenzirungen im Grundplasma selbst vor[4]). Sie erheben sich nur wenig oder gar nicht über das Grundplasma und sind, da sie sich auch nur wenig durch differentes Lichtbrechungsvermögen auszeichnen, schwer und häufig gar nicht zu erkennen. Einige Beispiele habe ich in Tafel 11, Fig. $41,_{4}$ gezeichnet. Die eingebetteten Stränge sind ebenso wie die freien Plasmastränge Führungs- oder Richtungsstränge für weitere differenzirte Inhaltskörper des Plasmas, wie Chromatophoren, Fetttröpfchen etc. Diese Inhaltskörper, bisweilen perlenschnurartig aufgereiht, verrathen häufig allein das Vorhandensein der

---

[1]) Erschienen 1892 im Reisebericht der Plankton-Expedition und separat 1893. Kiel und Leipzig.

[2]) Tafel 24, Fig. $80,_{1-2}$ *Lt.*

[3]) Tafel 26, Fig. $89,_{1-2}$.

[4]) Tafel 11, Fig. $41,_{4-5}$.

Führungsstränge im Grundplasma, wenn die Stränge selbst auch gar nicht sichtbar sind[1]). Sie scheinen vorzugsweise im peripherischen Plasma vorzukommen, günstige Objekte zum Studium der Plasmastränge sind jedoch die Peridineen nicht, da die Stränge, wie auch manche andere Plasmaverhältnisse, bei ihnen viel zarter und undeutlicher sind als bei anderen Algen. Ein weiteres Specialstudium dieser Frage wird vielleicht das Vorhandensein der Plasmastränge, das ich nur in seltenen Fällen konstatirt habe, als ganz allgemein beweisen, für mich war es hier nur von principiellem Interesse, das Vorhandensein strangförmiger Differenzirungen im Grundplasma, wenn auch nur in einigen Fällen, zu konstatiren.

Fettglanzvakuolen. Die Erkennung der Vakuolen ist häufig recht schwer, nicht nur weil das darüber lagernde Körnerplasma und die Membranstrukturen den Einblick erschweren, sondern auch, weil sie selbst in günstigen Transparenzverhältnissen der Zelle nicht stark hervortreten, da ihre Lichtbrechung der des Grundplasmas fast gleich ist, und meist nur das Fehlen der Körnelung ihre Lage verräth.

Anders verhalten sie sich bei der Sporenbildung. Bei denjenigen Zellen, welche sich zur Sporenbildung anschickten, fand ich die Saftkammern gewöhnlich von einer Flüssigkeit erfüllt, die beträchtlich stärkeres Lichtbrechungsvermögen besass als das umgebende Grundplasma, sie nahmen in diesem Zustande fast fettartigen Glanz an[2]). Eine specifisch differenzirte Wand, analog der Vakuolenmembran, durch welche sie gegen das Grundplasma abgegrenzt wären, habe ich an den Saftkammern auch in diesem Zustande, wo sie fast wie Fettkörper hervortreten, nicht wahrnehmen können.

Der in dem verschiedenen Lichtbrechungsvermögen sich kundgebende Wechsel des Inhalts der Saftkammern legt mir die Vermuthung nahe, dass es sich bei ihnen um Kammern zur Aufspeicherung flüssiger Reservestoffe handelt. Dagegen spricht die kurze Dauer dieser starken Lichtbrechung. Bei vielen Formen habe ich sie überhaupt noch nicht gesehen, und bei denjenigen Formen, bei denen sie regelmässig im Entwicklungsgang vorzukommen scheint, verschwindet sie bald wieder, sodass die ausgeschlüpfte fertige Spore nichts mehr davon erkennen lässt.

Das sporadische Auftreten der erwähnten Veränderung der Lichtbrechung bei Vakuolen, die ich als Speckglanz bezeichnen möchte, ist physiologisch höchst interessant, aber noch vollkommen räthselhaft. Ich habe diesen Speckglanz nicht nur bei Peridineen, sondern auch bei Diatomeen und Flagellaten beobachtet. *Chaetoceros-* und *Rhizosolenia*-Zellen zeigen oft unmittelbar, nachdem sie aus dem Wasser entnommen sind, in ihrem ganzen Körper diesen Speckglanz, der die Zellen sehr auffällig unter den nicht als Fettkörper glänzenden und darum im Wasser bei schwacher Vergrösserung kaum sichtbaren Genossen hervorhebt. Häufig ist das Auftreten des Speckglanzes mit partieller Plasmolyse der Zelle verbunden. Diese hört bei den Diatomeenzellen plötzlich auf. Zugleich verschwindet dann auch der Speckglanz momentan, die Chromatophoren deformiren und verfärben sich, die Zelle ist mit einem Ruck abgestorben. Auch bei einer im Kieler Hafen im Frühjahr auftretenden Flagellate, *Dinodendron,* habe ich dasselbe Phänomen des Speckglanzes mit

[1]) Cf. Perlschnurstränge in Tafel 25, Fig. $80_{,3}$.

[2]) Tafel 13, Fig. $43_{,19}$; Tafel 15, Fig. $48_{,12}$.

denselben Folgen wie bei *Chaetoceros* konstatirt. Der Process verläuft hier sogar noch rapider. Hunderte von Zellen, die zu einer bäumchenartig verzweigten Kolonie vereinigt sind, zeigen gleichzeitig sogleich nach ihrem Transportiren auf den Objektträger den typischen Speckglanz und sterben auch fast gleichzeitig ab, sodass die Kolonie oft nur wenige Sekunden unter dem Deckglas lebt. Dass dieses Auftreten und Verschwinden des Speckglanzes auf einer Reizwirkung beruht, die in dem Falle *Dinodendron* und *Chaetoceros* durch das Uebertragen auf den Objektträger ausgelöst wird, ist ziemlich klar, aber wie sie zu Stande kommt, und durch welche Mittel sie bewirkt wird, ist ohne weiteres Studium der Frage noch nicht zu sagen.

2. Pusulen.

Allgemeiner Aufbau.

Es ist schon oben, p. 40, angeführt worden, dass sich zwei verschiedene Arten von Flüssigkeitsräumen in der normal vegetirenden Zelle unterscheiden lassen, die eine derselben nannte ich Vakuolen oder Safträume, indem ich sie mit den Safträumen der Pflanzenzellen höherer Stufen homologisirte, die andere nannte ich Pusulen. Diese bilden ein hoch differenzirtes Organ, oder vielleicht könnte man es noch besser Organsystem nennen, das mit den einfachen Safträumen nicht zusammen geworfen werden kann.

Die Pusulen der Peridineen sind ganz bestimmt geformte, an ganz bestimmten Orten lokalisirte Organe des Zellleibes, deren Form, Grösse und Lagerung für die Peridineenzelle grosse Regelmässigkeit aufweist.

Der Vakuolenapparat scheint zwar auf den ersten Blick eine grosse Mannigfaltigkeit innerhalb der Gruppe zu besitzen, indem er verschieden aussieht, nicht nur bei den verschiedenen Gattungen und Arten, sondern auch bei den verschiedenen entwicklungsgeschichtlichen Stadien derselben Art, aber bei Berücksichtigung der durch die Entwicklungsgeschichte bedingten Veränderungen stellt sich für jede Art ein ganz bestimmter Formentypus des Vakuolenapparates heraus, der nur verhältnissmässig geringen individuellen Schwankungen unterworfen ist. Ferner gestatten die verschiedenen Arten, Gattungen, ja selbst Familien der Peridineen den Aufbau des Pusulenapparates, trotz des ausserordentlich verschiedenen Aussehens desselben bei den einzelnen Gliedern der Reihe, auf denselben Grundplan zurückzuführen.

Haupttypus. Um ein besseres Uebersichtsbild über den Pusulenapparat zu gewinnen, mag hier erst der Typus, der mir als der wichtigste erscheint, weil er den Schlüssel für die allgemeine theoretische Auffassung giebt, für sich beschrieben werden, um daran die Beschreibung der abweichenden Gestaltung des Organs bei den verschiedenen Familien, Gattungen und Arten anzuschliessen, und dabei die vom Grundtypus abweichenden Formen zu besprechen. Dieser Typus findet sich in der Gattung *Peridinium*, von der *Peridinium ovatum* eins der schönsten Beispiele ist.

Der ganze Apparat gliedert sich in mehrere verschiedene Organarten, die ich, um sie trennen zu können, mit verschiedenen Namen belegen will. Die Zelle hat im Grundtypus eine Sackpusule, eine Sammelpusule, Tochterpusulen, Nebenpusulen. Pusulenkanäle und Pusulenmembran sind zu den einzelnen Pusulen als Theile zu rechnen.

Sackpusule.

Am meisten von allen Theilen des Pusulenapparates in die Augen fallend ist eine grosse, häufig sackförmig ausgebildete Pusule, die ich dieser Form wegen im Folgenden als Sackpusule von den anderen Theilen trennen will. Form und Grösse derselben ist sehr verschieden. Die einfachst denkbare Form, die Kugel, findet sich verwirklicht z. B. bei *Dinophysis rotundata* Clap. Lach.[1]). In anderen Fällen erscheint die Vakuole länger gestreckt, ellipsoidisch, beutel- oder sackförmig. Eine höchst eigenartige Form zeigt *Peridinium Michaelis*[2]), indem hier die Vakuole einen regelrechten Quersack mit zwei langen, prallen Beuteln und einem schmäleren Verbindungsstück, nachahmt. So sonderbar diese Form auch erscheinen mag, so lässt sich die Regelmässigkeit in ihrer Ausbildung doch nicht verkennen, und gerade die eigenthümliche und doch regelmässig bei dieser Art wiederkehrende Form machte mich zuerst darauf aufmerksam, dass die Vakuolenform ganz typisch ist für die Species, zu welcher sie gehört.

Es kommen vor, runde Säcke[3]), flache Säcke[4]), retortenförmige[5]), lappige[6]), komplicirt gegliederte[7]) Räume, mit und ohne Anhängsel von fingerartigen[8]) und blasigen[9]) Ausstülpungen, kurz, die verschiedenartigsten Formen, die in der speciellen Besprechung noch genauer erwähnt, und in den Tafeln abgebildet sind.

Das, was die früheren Beobachter von dem Vakuolenapparat der marinen Peridineen gesehen haben, bezieht sich auf die Sackpusule.

Pusulenform und Schaumtheorie. Ich mache hier schon als auf einen für die theoretische Auffassung der Plasmaorganisation wichtigen Umstand besonders darauf aufmerksam, dass diese früher als Vakuolen bezeichneten Gebilde nicht kugelförmig (mit wenigen Ausnahmen), sondern komplicirt gestaltet sind, und oft sogar spitzwinklige Enden zeigen. Bütschli führt als besondere Stütze seiner Ansicht von der flüssigen Natur des Protoplasmas an[10]): »Ich hob namentlich die stets kugelige Gestalt der im Plasma auftretenden Vakuolen hervor, welche beweise, dass sowohl der Vakuoleninhalt, wie das umgebende Plasma durchaus dünnflüssig sein müssten. Bei den Protozoen hat man ja so vielfach Gelegenheit, Vakuolen verschiedener Art, wie Nahrungsvakuolen, kontraktile und gewöhnliche Flüssigkeitsvakuolen zu beobachten, dass Niemand an ihrem regelmässigen Auftreten im normalen Plasma zweifeln wird. Ebenso sicher und deutlich ist jedoch, dass alle diese Vakuolen, wenn sie nicht durch feste Körper, welchen sie anhaften,

---

1) Tafel 1, Fig. $5_{,1}$.

2) Tafel 14, Fig. $46_{,2-7}$.

3) Cf. *P* in Tafel 1, Fig. $1_{,7}$, Fig. $5_{,1}$; Tafel 3, Fig. $16_{,1}$; Tafel 6, Fig. $26_{,9}$; Tafel 8, Fig. $30_{,4-10}$; Tafel 20, Fig. $60_{,1}$.

4) Tafel 1, Fig. $5_{,3}$; Tafel 1, Fig. $7_{,1}$; Tafel 2, Fig. $13_{,3-4}$; Tafel 3, Fig. $15_{,2-3}$; Tafel 4, Fig. $19_{,1-2}$; Tafel 5, Fig. $21_{,2}$.

5) Tafel 1, Fig. $4_{,2}$; Tafel 3, Fig. $17_{,2}$.

6) Tafel 11, Fig. $41_{,1}$; Tafel 16, Fig. $49_{,23\ 25}$.

7) Tafel 19, Fig. $56_{,7-11}$; Tafel 18, Fig. $57_{,2-3}$; Tafel 7, Fig. $27_{,3}$; Tafel 14, Fig. $46_{,2-7}$.

8) Tafel 10, Fig. $40_{,2}$, $40_{,12}$, $40_{,21}$; Tafel 13, Fig. $44_{,2}$.

9) Tafel 1, Fig. $6_{,3}$; Tafel 10, Fig. $40_{,22}$.

10) Bütschli, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig 1892, p. 144.

durch gegenseitige Pressung, Strömungen oder sonstige besondere Kräfte, die auf sie einwirken, behindert werden, kugelige Tropfengestalt annehmen. Aus dieser sicheren Erfahrung, welche so beweiskräftig ist, wie jede andere physikalische Thatsache, lässt sich jedoch nur ein Schluss ziehen, nämlich der oben schon ausgesprochene, dass sowohl der Vakuoleninhalt wie das Plasma, das ihn umschliesst, flüssig sein müssen«.

Dies Raisonnement ist als richtig anzuerkennen, nur ist die thatsächliche Basis nicht so sicher, als Bütschli annimmt. Für die oben von mir als »Vakuolen« oder Safträume bezeichneten Gebilde kann ich auch die thatsächliche Grundlage als richtig anerkennen, zwar sind diese nur in seltenen Fällen kugel- oder tropfenförmig, aber ihre Formabweichungen entsprechen nur den Abflachungen, die die Tropfen in einem Flüssigkeitsschaum nach Bütschli erleiden können. Auch die Existenz eines eigenen Tonoplasten, wie ihn De Vries und Went für die Pflanzenvakuolen annehmen, Pfeffer aber bestreitet, habe ich hier nicht gefunden. Anderes bei den von mir Pusulen genannten Bildungen. Bütschli macht diese principielle Unterscheidung noch nicht, das, was von den Pusulen früher bekannt war, rechnete er zu den »kontraktilen Vakuolen«, und insofern auch wohl mit Recht, als Theile eines Apparates vorlagen, der mit den »kontraktilen Vakuolen« der Protozoen wahrscheinlich homolog ist. Jedenfalls gehören die Pusulen als Flüssigkeitsbehälter, die mit Wasser oder einer verdünnten wässerigen Lösung erfüllt sind, in die von Bütschli in seiner Beweisführung aufgezählte Reihe. Ich gebe Bütschli darin ganz Recht, dass es eine wichtige Stütze seiner Behauptung des rein flüssigen Charakters des Plasmas wäre, wenn alle Vakuolen kugelig wären. Da die Kugelform der Vakuolen aber auch mit allen anderen Plasmatheorien vereinbar ist, die unregelmässige Form derselben aber nicht mit der Annahme des reinen Flüssigskeitscharakters des Plasmas, weil darin Vakuolen und vakuolenähnliche Gebilde, den allgemeinen Kohäsionsgesetzen folgend, sich zur Kugel, resp. dem Polygon abrunden müssen, so hat die Beobachtung einer Abweichung, wenn diese über die Schaumblasenabweichungen hinausgeht, naturgemäss mehr Gewicht gegen die Theorie, als viele Beobachtungen von Kugelform für sie sprechen. Die Beobachtung nun, dass bei einer grossen, artenreichen Gruppe, den Peridineen, die von Bütschli geforderte Kugelform geradezu die Ausnahme ist, spricht umsomehr gegen den reinen Flüssigkeitscharakter des Plasmas, als sehr komplicirte Formen nicht nur individuell häufig, sondern für viele Species sogar typisch sind, und damit das Spiel des Zufalls ausschliessen. Wenn so komplicirt geformte, mit Zipfeln und Lappen versehene Vakuolen vorkommen, so kann das Plasma nicht ein reines Flüssigkeitsgemisch, wie Oel- und Seifenschäume sie geben, sein. Die Schaumstruktur ist damit noch nicht ausgeschlossen, sondern nur die vollkommene Flüssigkeitsnatur. Es müssen festere, geformte Elemente vorhanden sein, um die Form der Pusulen zu bilden und zu erhalten.

Tonoplast.

Eine weitere Stütze erfährt die vorgetragene Ansicht durch die Konstatirung von deutlichen Tonoplasten bei den Pusulen. Bei den einfachen Vakuolen oder Safträumen habe ich keine eigene Wand gesehen, ich konnte die Möglichkeit des Vorhandenseins nicht ausschliessen, aber auch das Vorhandensein nicht behaupten und musste bezüglich der Peridineenvakuolen

demnach in der Meinungsverschiedenheit von Pfeffer und de Vries-Went über das Vorhandensein eines eigenen Tonoplasten die Sache unentschieden lassen. Für die Pusulen liegen jedoch die Verhältnisse anders. Die Sackpusule besonders ist von einer gewöhnlich ziemlich auffälligen, stärker lichtbrechenden Plasmaschicht umgeben[1]). Sie ist bei der Sackpusule stärker entwickelt, als bei den übrigen Theilen des Pusulenapparates. — Diese Wandschicht lässt feine radiale Streifen erkennen. Nach Bütschli's Theorie würde diese Schicht wohl zu erklären sein als sog. Alveolarschicht, die bei jeder Plasmaabgrenzung entstehen muss, indem beim Schaum die äussersten Bläschen immer senkrecht zur Oberfläche gerichtete Wände besitzen. Gegen diese Auffassung spricht aber die Verschiedenheit dieser Schicht bei den verschiedenen Theilen des Pusulenapparates und der Vakuolen. Sehr deutlich war diese Schicht gewöhnlich bei der Sackpusule, sie erschien mir meist schon feiner an der Sammelpusule, und bei den kleinen Tochterpusulen kann ich nicht mehr angeben, ob sie überhaupt vorhanden ist. Wenn die Schicht eine einfache Alveolarschicht wäre, so musste sie bei allen Abgrenzungen des Plasmas nach aussen gegen Vakuolen und alle Theile des Pusulenapparates gleich sein. Die konstatirte Verschiedenheit kann ich mir nur erklären, wenn sie keine Alveolarschicht, sondern ein eigener Tonoplast ist.

Man hat den Tonoplasten um die Safträume de Vries' und Went's vorgeworfen, dass sie erst durch Einwirkung der angewandten Reagentien entstanden seien, also Kunstprodukte seien. Für die erwähnten Tonoplasten der Pusulen ist diese Erklärung nicht zulässig, da sie in den normal vegetirenden Zellen gesehen wurden. Die Beobachtung stützt sich sogar nur auf lebendes Material, denn der Tonoplast der Pusulen ist wie manche andere Plasmaorgantheile der Peridineenzelle sehr empfindlich. Durch Fixirungsmittel gelang es bisher nicht, den Tonoplast vollkommen unverändert zu erhalten.

Sammelpusule.

Neben der grossen Sackpusule besitzt die Peridineenzelle noch eine zweite kleinere, schwerer erkennbare Pusule, die gewöhnlich in der Nähe der Geisselspalte, dem sich verjüngenden Theile der Sackpusule genähert, ihren Platz hat. Es ist die oben als Sammelpusule bezeichnete Pusule[2]). Während die ihrer dominirenden Grösse nach als Hauptpusule erscheinende Sackpusule bei verschiedenen Arten sehr verschiedene Form und Grösse hat, habe ich die Sammelpusule durchweg nach dem gleichen Typus geformt aufgefunden: sie stellt eine ziemlich kleine, rundliche Blase vor. (Abweichungen siehe später.)

Tochterpusule.

Die Sammelpusule ist mehr oder minder vollständig umgeben von einer Schaar von sehr kleinen, kugeligen bis birnförmigen Pusulen, die mittelst sehr feiner Stielchen auf der Oberfläche der Sammelpusule stehen[3]). Dieselben sind meist so dicht aneinander gedrängt,

---

[1]) Sie war immer vorhanden, gezeichnet ist sie nur in einigen Figuren, z. B. Tafel 1, Fig. $1_{,7}$, Fig. $4_{,2}$; Tafel 4, Fig. $20_{,2}$ u. s. w.

[2]) Tafel 9, Fig. 36 *o P* unten, $39_{,1}$ *m P*; Tafel 13, Fig. $44_{,2}$ *m P*, $44_{,4}$ *P*, $44_{,5}$ *m P*; Tafel 14, Fig. $46_{,2-4}$ *m P* Tafel 15, Fig. $48_{,3}$ *m P*, $48_{,9}$ *m P*, $50_{,4}$ *m P*, $50_{,6}$ *m P*; Tafel 19, Fig. $56_{,7}$ *m P*; Tafel 16, Fig. $49_{,29-30}$.

[3]) Tafel 9, Fig. $39_{,1}$ *t P*; Taf. 13, Fig. $44_{,2}$ u. $_{5}$ *t P*; Tafel 16, Fig. $49_{,29-30}$ *t P*.

dass sie sich seitlich gegenseitig abflachen und dadurch polygonalen Querschnitt erlangen[1]). Die Grösse der verschiedenen an einer Sammelpusule hängenden Tochterpusulen ist bisweilen recht verschieden. Bisweilen gewahrt man einzelne Tochterpusulen, welche das mehrfache des Volumens der nächstbenachbarten Schwestern zeigen. In anderen Fällen macht sich eine Verschiedenheit nur in der Weise geltend, dass die nach einer Seite zusammenlagernden Pusulen verhältnismässig gross sind, nach der anderen Seite hin aber kontinuirlich an Grösse abnehmen, während die dicht aneinander gelagerten Pusulen stets nur geringe Grössenunterschiede zeigen.

Die Zahl der zu einer Sammelpusule gehörigen Tochterpusulen ist sehr gross.

Ausführungskanäle.

Die feinen fadenförmigen Stielchen der Tochterpusulen dürften zweifellos feine Ausführungskanälchen sein, mittelst welcher die Tochterpusulen in die Sammelpusule münden.

Wie die Tochterpusulen, so besitzen auch die Sammelpusule und die Sackpusule Ausführungskanäle[2]). Diese Ausführungskanäle, die häufig als flach zusammengedrückte Scheiden von unregelmässig geschlängeltem Verlauf erscheinen, münden in die Geisselspalte und zwar, wie in einzelnen Fällen erkennbar war, an zwei verschiedenen Punkten der Geisselspalte. Verlauf und Mündung sind häufig nur schwer zu erkennen. Ich kann darum auch nicht sicher angeben, ob nicht in anderen Fällen die beiden Kanäle an derselben Stelle münden.

Nebenpusulen.

Neben diesen typischen Pusulen findet man in vereinzelten Fällen im Entoplasma zerstreut noch eine grössere oder geringere Anzahl von Pusulen, die gewöhnlich weit kleiner als die Sackpusule sind, die Sammelpusule aber an Grösse nicht selten erreichen; ich will sie Nebenpusulen nennen. Sie sind gewöhnlich kugelrund[3]), doch in einzelnen Fällen habe ich auch bei ihnen Zuspitzungen, die ähnlich wie bei den Tochterpusulen auf einen Ausführungskanal deuten, wahrnehmen können[4]).

Formveränderungen.

Es ist nicht schwer, grosse Veränderungen der Pusulen unter dem Mikroskop wahrzunehmen. Ich habe sowohl die Sack- wie Neben- wie die Tochterpusulen wachsen, wie auch sich verkleinern gesehen, ein regelmässiges periodisches Wachsen und Abnehmen, ein typisches Pulsiren habe ich aber nicht wahrnehmen können. Tafel 14, Fig. $44,_{6-7}$; Tafel $58,_{4-3}$ geben einige Beispiele der Formveränderungen. Die Nebenpusulen zeigen diese Eigenschaft des Pulsirens jedenfalls nicht, sei es, dass sie diese Fähigkeit überhaupt nicht besitzen, sei es, dass sie dieselbe unter Deckglas nur nicht zeigen, was nicht gerade wunderbar erscheint, wenn man berücksichtigt, dass die meisten marinen Peridineen so empfindlich sind, dass schon das blosse Uebertragen

1) Tafel 16, Fig. $49,_{31}$ *tP*.

2) Tafel 13, Fig. $44,_{2}$ *Pc*; in den meisten Abbildungen der Pusulen ist der Kanal zu erkennen, aber meist nicht mit eigenen Buchstaben markirt.

3) Cf. *nP* in Tafel 1, Fig. $7,_{1}$; Tafel 2, Fig. $13,_{3}$; Tafel 3, Fig. $15._{2}$; Tafel 4, Fig. $19,_{2}$ u. s. w.

4) Tafel 1, Fig. $6,_{3}$; Tafel 10, Fig. $40,_{22}$.

auf den Objektträger, selbst wenn jeder Deckglasdruck vermieden wird, sich als schädliche Einwirkung auf das Leben der Zelle geltend macht, auf welche einzelne Formen schon nach wenigen Augenblicken, wo an die schädliche Einwirkung des durch Verdunsten sich konzentrirenden Wassers noch nicht zu denken ist, durch Absterben reagiren.

Die Tochterpusulen können möglicherweise eine langsame Pulsation unter Deckglas gezeigt haben, dieselbe musste mir aber entgehen, weil es bei der Beweglichkeit der Zellen nicht möglich war, eine einzelne unter den vielen sehr kleinen Tochterpusulen so lange ins Auge zu fassen, bis eine Periode vollendet war; eine schnelle Pulsation fand unter Deckglas aber jedenfalls auch bei diesen Tochterpusulen nicht statt.

Trotz des Fehlens der direkten Beobachtung bin ich der Meinung, dass die Tochterpusulen den morphologischen Charakter von pulsirenden Vakuolen besitzen, und dass sich dieses später an besonders günstigen Objekten direkt wird nachweisen lassen.

Morphologische Bedeutung.

Ueber die allgemeine morphologische Bedeutung der einzelnen Theile des Pusulapparates giebt die Entwicklungsgeschichte einigen Aufschluss. Bei der Sporenbildung von *Peridinium ovatum,* das sich seiner Durchsichtigkeit wegen für das Studium des Pusulenapparates besonders gut eignet[1]), werden die Pusulen, und zwar sowohl die grosse Sackpusule wie die kleineren Sammel- und Tochterpusulen, schon vor dem Ausschlüpfen der Spore so weit reducirt, dass sie entweder gar nicht oder nur als kleine Bläschen erkannt werden können. Nach dem Ausschwärmen der Spore erfährt der Pusulenapparat von Neuem eine Umbildung. Dieselben waren kugelig, birnförmig oder auch plattenartig abgeflacht. Beide dokumentiren sich durch den Besitz von einer Zone kleiner Tochterpusulen als Sammelpusulen, die mittelst eines langen gebogenen Ausführungskanals nach Aussen münden. Beide Pusulen nehmen in kurzer Zeit um das Vielfache ihres Volumens zu, wobei auch die vorher flach tellerförmigen Gestalten nach und nach die Kugelform annehmen. Das Wachsthum der beiden Pusulen ist aber sehr ungleichmässig. Die eine der Pusulen erreicht die typische Grösse der Sammelpusule und hört dann mit dem Weiterwachsthum auf, indem sie jetzt die gewöhnliche mit Tochterpusulen besetzte Sammelpusule repräsentirt, die andere Pusule dagegen überflügelt die erste im Grössenwachsthum. Die zu ihr gehörigen Tochterpusulen werden jedoch nach und nach reducirt und sind später nicht mehr zu erkennen. Anfangs wächst sie in Gestalt einer kugeligen Blase, um sich erst später zu der eigenthümlichen unregelmässigen Form der Sackpusule umzubilden.

Es besitzt hiernach auch die Sackpusule den morphologischen Werth einer Sammelpusule, die aber in der Weiterentwicklung der Zelle eine andere physiologische Funktion übernimmt.

Dass die Tochterpusulen der Sackpusule bei deren fortschreitender Entwicklung ganz verschwinden, halte ich nicht für wahrscheinlich, vielmehr glaube ich, dass sie in sehr reducirtem Zustande weiter existiren, und sich in diesem Zustande nur der unterscheidenden Beobachtung

[1]) Cf. den Pusulenapparat von *Peridinium ovatum,* Tafel 16, Fig. 49. Fig. $49,_{13-18}$ zeigt aufeinander folgende Stadien einer Zelle, wobei $49,_{18}$ Anfangs- und Endglied mit normaler Pulsulenausbildung ist.

entziehen, dass sie aber die Fähigkeit behalten, unter gewissen Umständen wieder in Thätigkeit zu kommen, indem sie sich wieder mit Flüssigkeit füllen, dabei anschwellen, und nun je nach dem Zustande der Zelle wieder als normale Tochterpusulen oder als die vorhin erwähnten, im Plasma vertheilten Nebenpusulen erscheinen.

Specielle Ausgestaltung. Der Pusulenapparat ist bei verschiedenen Formen sehr verschieden. Er ist aber einerseits typisch für die Species, andererseits wechselt er innerhalb der Entwicklungsperiode des Individuums. Bei der Wichtigkeit des Objekts wird es darum gut sein, eine Uebersicht über die Verschiedenheit der Ausbildung bei den verschiedenen Gruppen zu geben.

Beginnen wir mit den Formen, die den Pusulenapparat nach dem Typus ausgebildet haben, den wir oben als Normalbeispiel betrachtet haben, und schliessen daran die Gruppen an, bei denen sich grössere Abweichungen vom Normaltypus zeigen.

Peridinium Michaelis Ehrbg.: Die Sackpusule zeigt die typische Figur des Quersacks (Tafel 14, Fig. 46). Eine langgestreckte Blase ist hufeisenförmig gebogen, sodass die Spitzen nach vorn gerichtet sind. Die beiden Flügel sind bisweilen nur von einer feinen Lamelle des Grundplasma getrennt, häufiger jedoch ist diese Zwischenwand beträchtlich dick. Die Lappen sind meist prall (Taf. 14, Fig. $46,_{2}$, Fig. $46,_{6}$), bisweilen sind sie noch faltig gelappt. Das Verbindungsstück zwischen den Flügeln ist häufig, aber nicht immer enger als die eigentlichen Lappen. Spitze Endigungen der Lappen habe ich wohl gesehen (Fig. $46._{3-4}$), eigentliche Ausläufer jedoch nicht. Der scheidenartige Ausführungsgang geht von dem Verbindungsstück, das nahe unter der Geisselspalte liegt, aus. Die Sammelpusule, ein kugelförmiges Bläschen, liegt ventralwärts von dem hinteren Verbindungsstück der Sackpusule. Sie zeigte bisweilen sehr schön die Umkränzung mit den kleinen Tochterpusulen. Der Ausführungskanal der Sackpusule schien mir am hinteren, derjenige der Sammelpusule am vorderen Rand der Geisselspalte zu münden. Nebenpusulen habe ich hier und da beobachtet.

Bei *Peridinium divergens* Ehrbg. ist die Sackpusule ebenfalls ein langer, gebogener, aber nur mit einem Zipfel versehener Schlauch. Seine Form ist dem menschlichen Magen ähnlich (Tafel 13, Fig. $44,_{5}$ und Tafel 14, Fig. $44,_{6}$). Die Krümmung variirt ziemlich stark, das eine Mal erstreckt sich die Hauptmasse des Sackes in der Richtung der Längsaxe (Fig. $44,_{5}$), das andere Mal ist ein Haupttheil senkrecht dazu umgebogen (Fig. $44,_{5}$). Der Ausführungskanal setzt sich am hinteren Ende des Sackes an. Die vordere, fingerförmige Ausbuchtung von Fig. $44,_{2}$ ist nicht typisch. Die Sammelpusule ist fast gleich derjenigen von *P. Michaelis.* Bei Fig. $43,_{20}$ ist der Schlauch ziemlich zur Kugel abgerundet, ob dies eine individuelle Abweichung oder bei der abweichenden Varietät Regel ist, muss noch dahingestellt bleiben.

Bei *Peridinium pellucidum* ist die Sackpusule derjenigen von *P. divergens* ähnlich, doch weniger langgestreckt und weniger gekrümmt. Sie nähert sich dadurch mehr einem einfachen Beutel.

Die Sammelpusule von *Peridinium globulus* (Tafel 15, Fig. 48) ist, wie bei allen früheren Beispielen, eine kleine Kugel. Die Sackpusule zeigt als Grundform, ähnlich wie bei *P. divergens,* den gebogenen Sack, doch mit hauptsächlicher Entfaltung in äquatorialer Richtung, in polarer

Richtung zeigt sie Neigung zur Abflachung. Eine eigenthümliche Lappung zeigt Fig. $48,_{3-5}$. Die Ausbuchtung dürfte wohl aufzufassen sein als ein Ueberrest aus der Entwicklungszeit, wo die Sackpusule noch eine Sammelpusule war, und an den Stellen der Ausbuchtung die Kanäle der Tochterpusule mündeten. Die runde Pusule der Fig. $48,_{9}$ halte ich für Folge der Zelljugend, indem die Zelle in ihren Pusulen noch partielles Sporenstadium zeigt. Fig. $48,_{2}$ zeigt eine Zelle mit mehreren grossen kugelförmigen Pusulen; ob dies Nebenpusulen sind, oder ob die Abweichung, wie im vorigen Fall, auf entwicklungsgeschichtliche Veränderungen zurückzuführen ist, lasse ich noch dahingestellt. Die Pusulenverhältnisse von *Peridinium ovatum* sind ganz ähnlich denen von *P. globulus.* Vielleicht ist hier etwas grössere Neigung zu tieferen Einschnitten in die Sackpusule, als bei der kugelrunden Pusule. In Tafel 16, Fig. $49,_{18}$ ist die Lappenbildung nur mässig, in Tafel 16, Fig. $49,_{23}$, ist dieselbe so weit gegangen, dass die Sackpusule wie ein am Stiel zusammengehaltenes Bouquet von einzelnen beutelförmigen Pusulen erscheint. Wegen der Zartheit und Durchsichtigkeit lässt diese Art die entwicklungsgeschichtlichen Veränderungen des Apparates besonders gut verfolgen.

Diplopsalis lenticula (Tafel 15, Fig. 50), schliesst sich, wie in der Schalenbildung, so auch bezüglich der Pusulenausbildung nahe an *Peridinium globulus* Bergh an. Die Sackpusule ist eine magenförmig gebogene, meist etwas flachgedrückte, wenig oder gar nicht gelappte Blase. Die Grenzen der Variationsfähigkeit kann ich noch nicht angeben, weil ich noch nicht genügend viele Exemplare auf die Pusulenverhältnisse prüfen konnte.

Ceratium furca (Tafel 9, Fig. 36): Sackpusule: eine längliche, einfache Blase, schräg in der vorderen Körperhälfte liegend. Sammelpusule: Normaltypus in der Nähe der Geisselspalte. *Ceratium tripos* (Tafel 10, Fig. 40): Die Sackpusule ist ein in der vorderen Zellhälfte liegender länglicher, einfacher, gewöhnlich schräg gelagerter Beutel, der normal einen blinddarmartigen seitlichen Fortsatz *P'* zeigt. (Normaltypus Tafel 10, Fig. $40,_{12}$.) Der Blindsack kann auch fehlen (Fig. $40,_{23}$). Tafel $40,_{24}$ ist eine Zwischenstufe zwischen beiden. *Ceratium limulus* (Tafel 9, Fig. $39,_{1}$): Sackpusule etwas lappig ausgebildet, ähnlich wie *C. tripos;* Sammelpusule in der Nähe der Geisselspalte. *Ceratium fusus* (Tafel 9, Fig. 35): rundliche Sackpusule in der vorderen Körperhälfte liegend, ähnlich wie *C. furca.* *Ceratium gravidum* zeigt die Lappenbildung der Sackpusule am stärksten ausgebildet; siehe in Tafel 11, Fig. $41,_{1}$ die mit mehreren grossen Zipfeln *P'* tief in das grosse, breite Vorderhorn vordringende Pusule *sP.*

Ueber die Pusulenverhältnisse der Gattung *Gonyaulax* habe ich wegen der Undurchsichtigkeit der oberen Zellschichten und wegen der Störung durch die starken Membranstrukturen nur mangelhaften Aufschluss erhalten. Nur bei einer kleinen Form, die ich als junges *G. polygramma* ansehe (Tafel 8, Fig. 33 b_{1-2}), erkannte ich eine gestielte, grössere runde Blase, die Sackpusule, und eine kleinere, deren Charakter sich nicht erkennen liess. Die typische Form der mit Tochterpusule umgebenen Sammelpusule habe ich bisher nicht erkennen können. Bei den optischen Verhältnissen der oberen Zellschichten und der Zartheit und geringen Grösse der kleineren Pusulen ist dies auch kaum anders zu erwarten. Vielleicht gelingt es einmal, sie an einem chromatophorenarmen Individuum zu studiren.

Auch bei *Goniodoma* bereitet die stark strukturirte und darum wenig durchsichtige Schale, und die chromatophorenreichen oberen Plasmaschichten dem Studium der zarteren inneren Organe, wie der Pusulen, grosse Schwierigkeiten. Meine Kenntnisse beschränken sich darum bis jetzt auf die Sackpusule, die als grosse rundlich-längliche Blase in der postäquatorialen Körperhälfte liegt (Tafel 8, Fig. $30,_1$). Eine Zelle im Zustande kurz nach der Zelltheilung mit einer noch unvollkommen entwickelten Panzerhälfte (Tafel 8, Fig. $30,_{9-10}$) liess zwei grosse, fast kugelrunde Pusulen erkennen. Ob die eine davon als entwicklungsgeschichtliche Veränderung der in normal vegetirenden Zellen als Sammelpusule erscheinenden Pusule aufzufassen ist, kann ich nicht sicher sagen.

Bei *Podolampas bipes* Stein sind die Pusulenverhältnisse besser zu erkennen. Die Sammelpusule hat die gewöhnliche Kugelform mit Tochterpusulenzone in der Nähe der Geisselspalte (Tafel 19, Fig. $56,_7$). Die Sackpusule ist aber hier ganz besonders komplicirt gebaut. Als Grundform derselben können wir uns ebenso wie bei *Peridinium Michaelis* Ehrbg. einen Quersack denken, nur umgekehrt gelagert, die Zipfel nach hinten, das Verbindungsstück nach vorn. Das Raumverhältniss wird aber dadurch viel komplicirter, dass der Querschnitt der Zipfel nicht kreisförmig oder elliptisch ist, wie bei *Peridinium Michaelis* Ehrbg., sondern unregelmässig, und dass beide Zipfel ausserdem nicht in einer Ebene liegen, sondern um die Längsaxe gebogen sind. Getrennt werden die beiden hinteren Lappen durch eine mehr oder minder tiefe und dicke Plasmaportion (Fig. $56,_{7-11}$), die sich an der Basis meist durch besonderen Körnerreichthum auszeichnet (Fig. $56,_{11}$ *k Pl*), und ganz oder theilweise als der Ort für das später zu besprechende Fadenbündel anzusehen [1]) ist. Das körperliche Bild ist darum besonders schwer zu gewinnen, weil diese Lappenbildung nicht bloss in der Längsrichtung vor sich geht, sondern auch, freilich weniger stark, in der Querrichtung. Dazu kommt noch, dass die Lappen nicht in einer Ebene liegen, sondern sich oft senkrecht zur Längsrichtung beträchtlich krümmen. Es entsteht dadurch ein recht komplicirtes Hohlraumsystem, das bei den Zeichnungen nur unvollständig zum Ausdruck gebracht werden konnte. Die Figuren zeigen nur einige der verschiedenen Typen und auch diese nur in ihrer Lappenbildung in Bezug auf eine Ebene. Auf die Darstellung der Verzweigung im Raum musste verzichtet werden.

Bei *Podolampas elegans* (Tafel 18, Fig. $57,_{2-3}$) scheint die Komplikation durch Lappenbildung und Krümmung derselben senkrecht zur Längsaxe noch weiter gegangen zu sein. Wichtig ist auch hier die Ausbildung einer Längssäule, in der das Fadenbündel liegt. Bei *Podolampas palmipes* Stein (Tafel 18, Fig. $58,_{1-4}$) dagegen scheint die Sackpusule wieder einfacher und mehr in der Längsrichtung gestreckt zu sein.

Blepharocysta striata (Tafel 20, Fig. 59) zeigt eine vollständige Verdoppelung des vorhin als Normaltypus beschriebenen Pusulenapparates: 2 Sackpusulen, 2 Sammelpusulen. Die

[1]) In Fig. $56,_{10}$ ist der Trennungsbalken klumpenförmig angeschwollen und kurz, bei Fig. $56,_{11}$ ist er dünner und noch kürzer, bei Fig. $56,_7$ dagegen sehr lang. Bei Fig. $56,_8$ trennt der Balken die beiden Lappen so tief, dass sie beinahe eigene Selbständigkeit erhalten. Diese Vorstellung von zwei selbständigen Lappen wird noch deutlicher, wenn sich, wie in Fig. $56,_9$, auch von der Vorderseite noch ein Balken dagegen schiebt, sodass beide Lappen nur durch eine schmale Lücke miteinander verbunden sind.

Sammelpusulen sind wie gewöhnlich kleinere, runde Blasen mit einer Zone von kleinen Tochterpusulen. Die Sackpusulen sind zwei annähernd kugelige Blasen, die in der hinteren Körperhälfte rechts und links fast symmetrisch liegen und mit einem verhältnissmässig langen Ausführungskanal in die Geisselspalte münden. Variationsweite dieses Apparates habe ich aus Mangel an Material leider nicht prüfen können.

Ohne diesen Fund von *Blepharocysta striata* würde mir das Verhalten von *Blepharocysta splendor maris* (Tafel 20, Fig. 61) unverständlich geblieben sein, denn hier fand ich immer nur zwei grosse kugelförmige Sackpusulen von ähnlicher Grösse und Lagerung wie die Sackpusulen von *Bl. striata* mit einem häufig recht breiten Ausführungskanal, daneben dann und wann ein paar kleinere Pusulen, aber keine typische Sammelpusule. Ich fasse diesen Apparat auf als eine reducirte Form des bei *Bl. striata* aufgefundenen Typus, in dem die Sammel- und Tochterpusulen eingezogen sind, und nur noch als Nebenpusulen erscheinen können. Es scheint mir nicht ganz ausgeschlossen, dass man bei einzelnen Individuen dieser Art noch zwei Sammelpusulen auffinden wird.

Die Exemplare von *Protoceratium* (Tafel 7, Fig. 28), die ich zu Gesicht bekommen habe, waren so undurchsichtig, dass die Pusulenverhältnisse nicht zu studiren waren.

In *Steiniella fragilis* (Tafel 6, Fig. 26) konnte ich gewöhnlich 1 bis 2 rundliche oder längliche Pusulen erkennen, in einzelnen Fällen auch noch eine mittelgrosse Pusule, die ich als Nebenpusule deute. Bisher hat die Undurchsichtigkeit der Zelle noch nicht die nöthige Sicherheit über die morphologische Stellung der einzelnen Theile gewinnen lassen. Auch bei *Steiniella mitra* (Tafel 7, Fig. 27) fand ich 1 bis 2 grosse länglich-runde Pusulen. In einzelnen Fällen zeigte sich Lappenbildung der einen Pusule. Genaueres Studium der Pusulenverhältnisse ist auch hier noch erwünscht. Bei *Pyrophacus* (Tafel 17, Fig. 51) sind mir die Pusulenverhältnisse noch unbekannt. Bei *Oxytoxum* (Tafel 17, Fig. 52—54; Tafel 18, Fig. 55) ist der vollständige Apparat noch nicht bekannt, gewöhnlich sah ich nur eine grössere rundliche Blase in der Nähe der Geisselspalte (Sackpusule?) und in einzelnen Fällen noch mehrere kleinere (Nebenpusulen). In *Ceratocorys* (Tafel 6, Fig. 25) und *Heterocapsa* (Tafel 21, Fig. 62) habe ich bisher nur eine rundliche Blase gefunden.

Von den Phalacromaceen habe ich die Pusulenverhältnisse bei den Gattungen *Phalacroma*, *Dinophysis* und *Ornithocercus* (Tafel 1—5), die sich ziemlich einheitlich behandeln lassen, studirt. Als Typus lässt sich aufstellen, dass die Zelle zwei grosse Sackpusulen besitzt, ähnlich wie *Blepharocysta splendor maris* Ehrbg. Diese beiden Pusulen schwanken in ihrer Ausbildung viel weniger als in den früher berührten Familien. Es sind kugelförmige, eiförmige und retortenförmig gebogene Blasen mit kurzem breiten, seltener mit längerem geschlängelten Ausführungsgang. Abgerundete Formen sind die Regel, lappige Formen sind selten, und nur ausnahmsweise habe ich fingerförmige Verzweigungen oder blinddarmartige Aussackungen gefunden (Tafel 1, Fig. $6_{,3}$). Die Grösse der Pusulen schwankt recht beträchtlich. Häufig sind es nur in der Nähe der Geisselspalte liegende kleine Retörtchen, dagegen nehmen die Sackpusulen von anderen einen recht beträchtlichen Theil des Gesammtvolumens der Zelle ein.

Die Lagerung der Pusulen ist nicht ganz gleich bei allen Arten der Phalacromaceen, doch lässt sich als ziemlich durchgehende Regel aufstellen, dass die eine der beiden grossen Pusulen die Neigung hat, sich unter der vorderen Körperdecke horizontal auszubreiten, während die andere, der Ventralseite genähert, schräg nach hinten in den Körper sich hinein erstreckt. Sammelpusulen mit Tochterpusulenkranz habe ich bei den Phalacromaceen bisher nicht gesehen, doch möchte ich nicht behaupten, dass sie nie vorhanden seien, vielmehr möchte ich als eigentlichen Typus das Verhältniss auffassen, wie es sich bei *Blepharocysta* gezeigt hat, d. h. im vollkommenen Typus: 2 Sackpusulen und 2 Sammelpusulen mit Tochterpusulen; im reducirten Typus kommen aber nur die beiden Sackpusulen zur Ausbildung, während die anderen Theile stetig oder zeitweise unterdrückt werden und nur als Nebenpusulen auftreten. Diese habe ich nicht selten in geringerer oder grösserer Zahl in der Zelle angetroffen (*n P* in Tafel 1—5).

Ueber die Pusulenverhältnisse der Prorocentraceen vermag ich noch keine ausreichenden Aufschlüsse zu geben. *Exuviaella* zeigt eine kugelige Sackpusule mit deutlicher Pusulenwand. Daneben fand ich in anderen Fällen auch noch eine andere grosse Sackpusule oder auch eine grosse und mehrere kleinere Pusulen. Weitere Studien sind hier noch nöthig, um die Pusulenverhältnisse völlig aufzuklären.

Bezüglich des Pusulenapparates der Gymnodiniaceen bin ich zu einer einheitlichen Auffassung noch nicht gelangt. Vermuthlich herrschen hier ähnliche Verhältnisse, wie bei den Panzerperidineen, wenigstens konnte ich in einzelnen Fällen ähnliche retortenförmige Sackpusulen, die mit einem Ausführungskanal in die Geisselspalte mündeten, konstatiren, wie bei *Phalacroma*. In anderen Fällen waren wenige oder zahlreiche kleine, runde oder längliche Pusulen in der Zelle erkennbar, die als Nebenpusulen zu deuten sein werden. Bezüglich der Beobachtung von einzelnen Species verweise ich auf die Abbildungen Tafel 21—27.

Kern.

Ueber den Zellkern der Peridineen liegen bisher nur wenige Angaben vor; besonders bemerkenswerth sind davon die von Klebs und Bütschli. Klebs sagt darüber (**63**, 352): »Die Hauptmasse des Kerns wird von stark lichtbrechenden, gleichmässig dicken, lose ineinander geschlungenen Fäden gebildet, die eine feine Querrunzelung zeigen; bei der Quellung in Wasser zerfallen die Fäden in bakterienähnliche Stäbchen von sehr verschiedener Länge. Bei *Glenodinium fuscum* beobachtete ich an einer Seite der peripherischen Schicht einen Nucleolus, der besonders stark quillt. Durch die Dicke der Kernfäden zeichnen sich die Kerne der Peridineen sehr von denen zahlloser, anderer niederer Organismen aus«. Nach Bütschli (**86**, 546 u. f., **87**, 975), der die ausführlichste Beschreibung der Kerne liefert, hat der Zellkern der Peridineen wabigen Bau.

Da ich demnächst eine ausführliche Arbeit über den Kern mit Berücksichtigung der Kerntheilung zu publiciren gedenke, so will ich mich hier darauf beschränken, auf 2 interessante Punkte kurz aufmerksam zu machen.

Die durch ihre parallelfädige Struktur gewöhnlich schon auffälligen Kerne fand ich bei manchen Zellen noch besonders auffällig durch die ganz abnorme Dicke der Kernfäden, verbunden mit besonders starker Lichtbrechung. Im optischen Querschnitt erscheinen diese dicken Fäden als Scheibchen, die aus 2 konzentrisch geschichteten Theilen von verschiedener Licht-

brechung zusammengesetzt sind. Ich war anfangs geneigt, diese Differenzirung für eine nur durch die Struktur bedingte, rein optische Erscheinung zu halten, glaube aber jetzt, unter Berücksichtigung der begleitenden Umstände, dass der optischen auch eine stoffliche Differenzirung zu Grunde liegt. Wenn dies richtig ist, so sind die Kernfäden in diesem Falle aufzufassen als Kernröhren mit eingeschlossenen Kernstäbchen. Diese auffällige Differenzirung habe ich nicht bei allen Peridineenkernen gefunden, sondern nur bei denjenigen, welche sich durch besondere Dicke und starkes Lichtbrechungsvermögen auszeichneten.

Angeregt durch Ambronn's Polarisationsarbeiten untersuchte ich die Strukturverhältnisse einiger Peridineen auf Doppelbrechung, und sah dabei die Kerne mancher Zellen bei gekreuzten Nicols, ähnlich wie ein Bündel parallel gelagerter Krystallnadeln, lebhaft aufleuchten. Die einzelnen Kernfäden sind doppelbrechend; ihre optischen Axen müssen gleich orientirt sein.

Durch Behandlung mit Alkohol und hinterher mit Aether verschwand die Doppelbrechung des Kerns nicht; diese kann also nicht durch Einlagerung von festem Fett erzeugt sein. Durch Behandlung mit Kalilauge verquillt der Kern und gleichzeitig verschwindet die Doppelbrechung. Die doppelbrechende Substanz wird also durch Einwirkung von Kalihydrat verflüssigt. Auffällig war es mir, dass der doppelbrechende Kern einer Zelle von *Blepharocysta splendor maris* durch Behandlung mit Jod in Jodkalium unter starker Bräunung die Doppelbrechung verlor.

Einen sicheren Aufschluss über die chemische Substanz, die die Doppelbrechung veranlasst, kann ich noch nicht geben; doch glaube ich, dass eingelagerte Eiweisskrystalloide die Veranlassung der Doppelbrechung sind.

Die Doppelbrechung war nicht bei allen Peridineenkernen vorhanden, sondern wie mir schien, war sie an die besonders stark lichtbrechenden Kerne gebunden, bei denjenigen Arten und Zellen dagegen, bei denen der Kern im unpolarisirten Licht wenig auffällig war, war auch die Doppelbrechung geringer oder gar nicht vorhanden. Dies möchte ich in Zusammenhang bringen mit der oben erwähnten, auffälligen Parallelerscheinung der gefüllten Kernröhren, die ja auch bei den besonders stark lichtbrechenden Kernen konstatirt wurde, und ich möchte daraus schliessen, dass die doppelbrechende Substanz bestehe aus einem oder einer Reihe gleich gerichteter Eiweisskrystalloide, die von den Kernfäden bei gemischten Arten zu gewissen Zeiten in den Kernfäden ausgeschieden werden und diese dadurch zu Kernröhren machen.

Ob nun die Ausscheidung mit irgend welchem besonderen Vorgang im Zellleben, z. B. Theilung oder Fortpflanzung, in Beziehung steht, muss ich noch dahingestellt sein lassen, es ist aber zu vermuthen, dass dies der Fall ist. Zu erwähnen ist noch, dass ich die Doppelbrechung der Kerne nur bei Peridineen des Golfs von Neapel gesehen habe, nicht aber bei denen der Kieler Bucht. Zum Theil liegt dies wohl darin, dass die Arten, bei denen ich die Doppelbrechung besonders schön ausgeprägt fand, z. B. *Podolampas bipes*, *Blepharocysta splendor maris,* auch *Phalacroma doryphorum,* in der Ostsee nicht vorkommen; aber diese Erklärung reicht nicht aus, denn einzelne Zellkerne von *Ceratium fusus* erwiesen sich in Neapel als doppelbrechend, während die in Kiel daraufhin untersuchten zahlreichen Exemplare derselben Art keine Doppelbrechung aufwiesen.

Stoffwechselorgane.

I. Produktionsorgane. Chromatophoren.

Die durch die Chromatophoren bedingte gelbe Farbe vieler Peridineen ist schon lange bekannt; eine klarere Auffassung über das Wesen und die Bedeutung derselben stammt erst aus neuester Zeit. Claparède und Lachmann (33) sind noch in der Meinung, typische Thiere vor sich zu haben und schenken darum der braunen Farbe der Peridineen noch wenig Beachtung, so z. B. erwähnen sie dieselbe noch gar nicht bei Beschreibung der Gattung *Ceratium*. Wo assimilirende Chromatophoren vorkommen, erkennen sie deren gesonderten Charakter gegenüber anderen gefärbten Körpern noch nicht. So z. B. sprechen sie bei *Dinophysis* von einer färbenden Substanz, welche ihnen im allgemeinen eine bräunliche Färbung verleiht. Desgleichen geben sie von *Peridinium reticulatum* an: Das Parenchym ist braun gefärbt wie bei den meisten anderen Species.

Der erste, welcher die Bedeutung des braunen Farbstoffs erkannte, war Bergh. Er betrachtete den grünbraunen Farbstoff der Peridineen als den Chlorophyllfarbstoffen der Pflanzenzellen entsprechend. Neben grünen Chlorophyllkörnern soll diffus vertheiltes Diatomin vorkommen.

Stein (66) hat für die meisten der von ihm untersuchten Formen nur todtes Material zur Verfügung gehabt; demgemäss musste er die schon im Leben leicht veränderlichen Chromatophoren unberücksichtigt lassen. Aber auch diejenigen Formen, welche er lebend untersuchte, haben für ihn keine grössere Bedeutung, als irgend welche andere Pigmentkörper, sie sind für ihn eben nur »braune Farbstoffbläschen«. Man sieht auch seinen Chromatophorenzeichnungen an, dass sie stark schematisirt sind.

Brandt (67) führte den Nachweis, dass bei keinem unzweifelhaften Thiere endogen gebildetes Chlorophyll vorkommt. Da die Peridineen bis dahin unbedenklich zu den Thieren gerechnet wurden, so stellt Brandt unter der Voraussetzung, dass diese Annahme richtig sei, die Vermuthung auf, dass die in den Peridineenzellen gefundenen gelben Zellen keine endogen gebildeten Chromatophoren seien, sondern endophytisch in den Peridineenzellen lebende einzellige Algen.

Von verschiedenen Seiten, namentlich von Klebs, ist die Ansicht von der rein thierischen Stellung der Peridineen als eine unbegründete angegriffen und im Gegensatz dazu die pflanzliche Natur der Zellen besonders betont worden, der Annahme der Chromatophorennatur der fraglichen Gebilde steht jetzt auch nach Brandt's Ansicht nichts mehr im Wege.

Nach Klebs (79) sind bei den Meeres-Peridineen sehr allgemein verbreitet »bestimmt geformte Diatominkörper«, welche diesen Organismen die gelbe bis rothbraune Färbung geben. Er findet bei den marinen Peridineen nur »diatominbraune, keine rein grünen«.

Ein gleichzeitiges Vorkommen von Chlorophyllkörpern und diffus vertheiltem Diatomin, wie es Bergh für einen Theil der Meeres-Peridineen behauptet hat, existirt nicht.

Die Diatominkörper sind häufig von schmal länglicher Form und finden sich meist in einer peripherischen Lage des Cytoplasmas gelagert, häufig in charakteristischer, streifiger, strahlenförmiger Anordnung. »Bei den *Ceratium*-Arten sind dieselben sehr zart, ja bilden oft nur ganz schmale Fäden, welche mit ihren Enden zusammenhängen und dann ein lockeres Netz bilden. Bisweilen liegen sie enger und dichter verbunden und erscheinen wie ein einziger, sternförmiger Körper. Die Form und Anordnung dieser Diatominkörper wechselt aber nach Individuen sehr stark. Ausserdem findet bei Veränderung der äusseren Bedingungen häufig eine Abrundung der einzelnen Theile des Netzes oder Sternes statt, sodass dann im Cytoplasma zahlreiche scheibenförmige Diatominkörper liegen.

Es ist wohl unzweifelhaft, dass in sämmtlichen Fällen die Diatominkörper der Peridineen ganz den Farbstoffkörpern anderer Pflanzen entsprechen«.

Bütschli (86) beschreibt für *Glenodinium cinctum* stäbchenartige grüne Chromatophoren, die, senkrecht zur Oberfläche des Körpers angeordnet, in einschichtiger Lage in der peripherischen Plasmamasse lagern.

In seinem Protozoenwerk hat Bütschli (87) dasjenige, was von den früheren Angaben über Chromatophoren der Peridineen einigermassen gesichert erscheint, zusammengefasst. Leider muss er sich dabei zu viel auf fremde Beobachtungen stützen; da nun von Bearbeitern der einzige, der vor ihm ganz das Wesen der Chromatophoren erfasst hat, Klebs ist, und da dessen Angaben sich auf wenige Zeilen beschränken, so bedürfen die Angaben in dem letzterwähnten Werke noch weitgehender Ergänzungen und Berichtigungen.

Pouchet (64) erkennt in seiner ersten Arbeit die Wichtigkeit und das Wesen der pflanzlichen Chromatophoren der Peridineen noch nicht. Er tadelt Bergh sogar deswegen (p. 414), dass er zu viel Gewicht auf die Färbung gelegt habe. Nach ihm soll bei derselben Species die Farbe wechseln zwischen gelbgrün (»Chlorophyll«) und purpur durch orange. Von letzterem soll das Braun »Diatomin« nur eine abgeblasste Nuance sein. Es ist augenscheinlich, dass Pouchet das Chlorophyll mit allen möglichen anderen färbenden Substanzen, namentlich den grossen karminrothen Oeltropfen mancher Peridineen, aber auch den diffus im Plasma vertheilten rosenrothen Farbstoffen, auf die später noch genauer einzugehen ist, zusammenwirft. Daraus, dass er rothe Oeltropfen und Chromatophoren für im Wesen identisch hält, während Bergh ihre Verschiedenheit schon klar erkannt hatte, erklärt sich sein Widerspruch gegen Bergh. Seine Angaben über Chromophyllvorkommen bedürfen daher durchaus der Berichtigung.

Zwischen die erste (1883) und die zweite (1885) Mittheilung von Pouchet fällt die Abhandlung von Klebs, welche den gelben Farbstoff der Peridineen als stets gebunden an Chromatophoren, typischen, morphologisch differenzirten Zellorganen hinstellte. Pouchet acceptirt theoretisch die Schlüsse von Klebs, fällt jedoch bei Beschreibungen zurück in die alten Bergh'schen Irrthümer vom gemischten Vorkommen von gelöstem, diffus im Plasma vertheiltem Diatomin und neben morphologisch differenzirten Chlorophyllkörnern (84, 33; 85, 526). Interessanter, wenngleich mit Vorsicht zu gebrauchen sind Pouchet's Angaben über die Veränderlichkeit des Farbstoffs. Er berichtet darüber p. 34: »Certains Péridiniens au cours de leur évolution se décolorent plus ou moins rapidement. Le cytoplasme qui était rempli de diatomine en grain ou dissoute, devient incolore, transparent«. In demselben Jahre (84. 49) konstatirte er Doppelindividuen, die farblos waren. Auch 1887 scheint Pouchet (108) noch an der Ansicht vom diffus im Cytoplasma vertheilten Diatominfarbstoff fest zu halten, wie aus seiner Beschreibung von *Gymnodinium helix* hervorgeht (108, 94): »Sa coloration est d'un jaune serin clair. Elle est répandue également dans tout le cytoplasme«.

Penard (113) bezeichnet die grünen Chromatophoren von *Ceratium macroceros*, p. 19, als kleine »boulettes protoplasmiques«, die mit einer grünen Masse imprägnirt sind, und eine hellere Partie, zweifellos ein Stärkekorn nach Penard, im Centrum haben. Ueber Veränderlichkeit der Chromatophoren giebt er an, dass die hellgrüne Farbe von *Ceratium macroceros* gegen Ende des Sommers gelblich werde und dass die Zellen selbst farblos werden könnten, im Frühjahr würden sie wieder dunkler.

Schütt (117) weist nach, dass die Bezeichnung Diatomin für den braunen Farbstoff, der wegen seiner ähnlichen Nuance bisher ohne weiteres würde mit dem braunen Chromatophorenfarbstoff der Diatomeen für identisch gehalten, nicht zutreffend sei, da er mit diesem durchaus nicht übereinstimme. Er giebt eine spektroskopische Untersuchung des Farbstoffes, welche ergab, dass derselbe zu den Chlorophyllderivaten gehöre, von den bisher bekannten aber abweiche.

Schilling (120) giebt für die von ihm studirten Süsswasser-Peridineen eine kurze und klare Darstellung der Chromatophorenverhältnisse. Auch nach seiner Darstellung ist der für die Assimilation in Betracht kommende Farbstoff der Peridineen stets »an bestimmt geformte Inhaltskörper, die Chromatophoren, gebunden, welche die Form von kleineren oder grösseren, rundlich oder polygonal geformten Scheiben besitzen. Mit Ausnahme des *Gymnodinium aeruginosum* und des *Glenodinium oculatum* tragen sie einen braunen Farbstoff«. Bezüglich des Farbstoffs schliesst er sich der Meinung von Schütt an, dass derselbe mit dem Diatomin nicht identisch sei, dass er aber unter die Chromophylle gehöre. Ueber die namentlich von Pouchet betonte Veränderung der Färbung macht er die Angabe: »In seiner Nuancirung tritt der braune Farbstoff sehr wechselnd auf, sodass er in systematischer Beziehung als Merkmal für einzelne Arten kaum verwerthbar ist. Es werden alle Stufen vom hellen Gelb bis zum tiefen Graubraun durchlaufen«. »Die blaugrüne Farbe ist von mir nur bei *Gymnodinium aeruginosum* mit voller Sicherheit beobachtet worden. Auch das Stein'sche *Glenodinium oculatum* besitzt eine hell gelbgrüne Farbe. Der mit Alkohol sehr leicht ausziehbare Farbstoff ist spahngrün und besitzt grosse Aehnlichkeit mit demjenigen der Phycochromaceen«. »Die Lage der Chromatophoren ist grösstentheils unmittelbar unter der Oberfläche des Plasmakörpers«. Der Farbstoff soll sich bei vielen Formen zu gewissen Zeiten fast vollkommen verlieren können.

Allgemein.

Bei vielen Peridineenspecies liegen dicht unter der Zelloberfläche im Körnerplasma gefärbte, flache, plasmatische Platten von sehr verschiedener Grösse und Form: die Chromatophoren.

Form: Die Chromatophoren der mir vor Augen gekommenen marinen Peridineen stellen durchweg dünne Plättchen von verschiedener Grösse und wechselndem Umriss vor[1]. Es giebt einerseits kleine kreisrunde[2] Plättchen, längliche elliptische[3], gestreckte Platten[4], krummgebogene Stäbchen[5], unregelmässig verbogene[6], langgestreckte stabähnliche[7] Platten, deren Breite an verschiedenen Stellen beträchtlich verschieden sein kann[8], ferner kleine, rundliche, gelappte Plättchen[9] und grosse, lappige, verzweigte Platten[10] von den denkbar unregelmässigsten Umrissen.

Struktur: Die Chromatophoren sind häufig an ihren Rändern so zart, dass die Umgrenzungen derselben schwer zu ermitteln sind[11]. Wo sie etwas weniger zart gebaut sind, lässt sich noch eine besondere Struktur derselben erkennen, die ich auch bei Diatomeenchromatophoren gefunden habe. Die Platte lässt einen feinen äusseren Rand und eine davon eingeschlossene Grundfläche erkennen[12]. Ersterer erscheint etwas heller und stärker lichtbrechend als die Letztere. Bisweilen konnte ich ferner eine feine, langgestreckte, spindelförmige Verdickung in der Mitte des Kerns erkennen, die zu zart und zu wenig scharf umgrenzt war, um mit den Pyrenoiden der Chromatophoren von Algen verwechselt zu werden. In viel ausgeprägterer Differenzirung habe ich ähnliche Gebilde bei Diatomeenchromatophoren gesehen.

Lagerung: Der typische Ort für die Lagerung der Chromatophoren ist das Randplasma, und zwar liegen sie hierin durchweg parallel der Oberfläche der Zelle, der äusseren Begrenzung der Zelle dicht angeschmiegt[13]. Bei denjenigen Formen, welche so wenig Chromatophoren haben, dass die übrigen Plasmadifferenzirungen nicht durch sie verdeckt werden, lässt sich häufig erkennen, dass die Lagerung der Chromatophoren an bestimmte Differenzirungen im farblosen Plasma gebunden ist. Man sieht sie dann feinen Plasmasträngen eingebettet[14] oder man erkennt doch, dass feine Plasmastränge zu ihnen hinlaufen, wobei die Richtung der Längsausdehnung des Chromatophors mit der Richtung des Plasmastranges zusammenfällt. Es können sich auch mehrere Plasmastränge, Leitstränge, an einen Chromatophor ansetzen, welche dann, indem sie sich wieder verzweigen können, die Chromatophoren sowohl unter sich, wie mit besonderen Körner- oder Tropfenansammlungen der Zelle verbinden[15].

---

[1]) Bütschli (**86**, 536) hat bei einer Süsswasser-Peridinee »stäbchenartig gestaltete« Chromatophoren gefunden.
[2]) Tafel 1, Fig. $5_{,1}$; Tafel 17, Fig. 53.
[3]) Tafel 1, Fig. $1_{,6}$; Tafel 2, Fig. $8_{,1}$; Tafel 4, Fig. $20_{,3}$.
[4]) Tafel 1, Fig. $4_{,1}$; Tafel 6, Fig. $26_{,5}$; Tafel 23, Fig. $74_{,1-8}$, $75_{,1}$; Tafel 25, Fig. $80_{,4}$.
[5]) Tafel 9, Fig. $35_{,4}$.
[6]) Tafel 17, Fig. $51_{,1-2}$; Tafel 23, Fig. $75_{,2}$.
[7]) Tafel 7, Fig. $27_{,2}$; Tafel 9, Fig. $35_{,1}$, 39,1.
[8]) Tafel 9, Fig. $37_{,1}$; Tafel 10, Fig. $40_{,1-2}$; Tafel 11, Fig. $41_{,1}$.
[9]) Tafel 6, Fig. $26_{,7}$; Tafel 9, Fig. 36, $38_{,1}$, $39_{,1}$.
[10]) Tafel 1, Fig. $2_{,3}$; Tafel 11, Fig. $41_{,1}$.
[11]) Tafel 1, Fig. $3_{,3}$; Tafel 10, Fig. $40_{,1}$; Tafel 11, Fig. $41_{,4-5}$.
[12]) Tafel 6, Fig. $26_{,7}$; Tafel 11, Fig. $41_{,5}$; Tafel 20, Fig. $61_{,23}$.
[13]) Tafel 1, Fig. $1_{,7}$, $3_{,4}$.
[14]) Tafel 7, Fig. $27_{,2}$; Tafel 24, Fig. $80_{,1-2}$; Tafel 25, Fig. $80_{,3-4}$; Tafel 26, Fig. $89_{,1-2}$.
[15]) Tafel 11, Fig. $41_{,4-5}$.

Aehnliche Verbindungen der Chromatophoren durch im Plasma-Wandbeleg verlaufende Plasmastränge habe ich auch bei Diatomeen und Phaeophyceen beobachtet, doch sind die Verbindungsstränge der Peridineenchromatophoren gewöhnlich zarter und schwerer sichtbar als diejenigen der erstgenannten Pflanzengruppen.

Innere Chromatophoren: Viele Peridineenarten sind durch einen so grossen Reichthum an Chromatophoren ausgezeichnet, dass die Oberfläche der Zelle nicht ausreicht, um alle Chromatophoren in der Flächenlage aufzunehmen. In diesem Falle scheint bisweilen das ganze Innere von unregelmässig gelagerten Chromatophoren erfüllt[1]) zu sein. Wo die Durchsichtigkeit der Zelle die Erkennung des Inneren zulässt, lässt sich jedoch erkennen, dass auch hier die Anordnung keine regellose ist. Die gewöhnlichste, bei rundlichen Zellformen meist gebräuchliche Anordnung ist dann die, dass die Chromatophoren eine radiale Stellung[2]) annehmen, indem sie Plasmafäden eingelagert sind, welche von einem im Zellinneren befindlichen centralen Plasmaknoten ausstrahlen. Diese radialstrahlige Stellung lässt leicht die Täuschung aufkommen, dass das Zellinnere einen sternförmigen Chromatophor beherberge, während die Zelle in Wirklichkeit nur kleine Plättchen besitzt[3]).

Farbe: Die Farbe der Peridineenchromatophoren ist sehr verschieden. Die Grundfarbe ist braungelb bis gelbbraun, die in vielen Fällen namentlich in dicken Schichten in rothbraun übergeht. Manche Formen erscheinen nur hellgelb, grünlichgelb und gelbgrün, und selbst die bisweilen ganz geleugnete grüne Farbe kommt bei sehr wenigen Arten vor, jedoch durch alle Uebergänge mit dem Gelb verbunden[4]). Dass diese Farbe trotz ihres entschieden grünen Charakters aber durch Chlorophyllin bedingt sei, will ich nicht behaupten, vielmehr halte ich sie, trotz der Abweichung, nur für eine besonders grüne Nuance des gewöhnlichen gelben Chromophylls.

Die Grundfarbe der Zellen ist für jede Art typisch, doch so, dass noch innerhalb des Typus eine ziemlich grosse Variabilität des Farbentones herrscht, die besonders bedingt wird durch ungleiche Mengen von Chromatophoren und verschiedene Dicke derselben bei den verschiedenen Individuen. Aber auch direkte Farbendifferenzen der Einzel-Chromatophoren derselben Art habe ich konstatiren können, die von bestimmten äusseren Bedingungen abhängig zu sein scheinen, und insofern wieder bestimmte Regelmässigkeiten aufweisen. So erschienen mir die Chromatophoren von *Ceratium tripos* des Mittelmeeres durchweg viel heller gefärbt als die Chromatophoren derselben Art in der Ostsee. Letztere schwanken nur sehr wenig in ihrem Farbenton, sie haben ein ziemlich dunkles röthliches Gelb, während die Ceratien des Mittelmeeres manchmal so hellgelb gefärbt sind, dass sie bei schwacher Vergrösserung für chromatophorenlos gehalten werden können. Bei genauerer Besichtigung habe

[1]) Tafel 3, Fig. $16,_{1b}$, Fig. $17,_{3}$; Tafel 6, Fig. $25,_{2}$; Tafel 8, Fig. 33 a_1; Tafel 9, Fig. $34,_{1}$; Tafel 25, Fig. $81,_{1}$.

[2]) Tafel 6, Fig. $25,_{1}$, Fig. $26,_{4}$; Tafel 7, Fig. $27,_{2}$ Tafel 26, Fig. $90,_{3}$;.

[3]) Tafel 17, Fig. $51,_{1}$.

[4]) Cf. die verschiedenen Farben in Tafel 1, Fig. $4,_{3}$; Tafel 1, Fig. $4,_{2}$; Tafel 17, Fig. 53; Tafel 1, Fig. $4,_{1}$; Tafel 26. Fig. $88,_{5}$, $88,_{4}$, $88,_{3}$, $88,_{6}$; Tafel 7, Fig. $29,_{2}$. Auf die genaue Wiedergabe des Tones musste in den meisten Fällen aus praktischen Rücksichten verzichtet werden. Der gleiche gelbe Ton der meisten Chromatophorenbilder deutet also nicht darauf, dass in dem Gelb aller Originale kein Unterschied der Nuance vorhanden war.

ich jedoch auch bei diesen, anscheinend farblosen Ceratien immer noch schwach gelbe Chromatophoren auffinden können. Ein ganz chromatophorenloses *Ceratium* habe ich selbst unter den vielen tausend Exemplaren, die ich lebend gesehen, nicht aufgefunden. Ich kann deshalb nicht umhin, zu glauben, dass die entgegenstehenden Behauptungen vom Vorkommen farbloser Ceratien wohl meist auf einer allerdings leicht vorkommenden Täuschung beruhen.

Empfindlichkeit: Die Chromatophoren gehören zu den empfindlichsten Organen des Zellleibes; sie reagiren schon auf geringe schädliche Einwirkungen durch bedeutende Formveränderungen. Sie verhalten sich in dieser Beziehung ganz anders als die Chromatophoren der nächst verwandten Pflanzen, der Diatomeen und auch der Phaeophyceen, welche im Vergleich zu ihnen fast unempfindlich zu nennen sind. Sie sind infolgedessen auch sehr schwer zu fixiren. Unter den vielen bekannten Fixirungsmitteln habe ich keins gefunden, welches die Chromatophoren in ihrer vollständig lebensfrischen Form erhält. Man ist darum beim Studium derselben im wesentlichen auf lebendes Material angewiesen, während bekanntlich die Form und Lagerung der Diatomeen- und Phaeophyceenchromatophoren ganz leidlich an fixirtem Material sich erkennen lässt.

Veränderungen: Die erste Veränderung der Chromatophoren bei schädlichen Einflüssen ist eine Formveränderung; sie ziehen ihre lappigen Anhängsel mehr oder minder ein und zeigen auch sonst in ihrer ganzen Masse das Bestreben zur Abrundung. Die anfangs durch ihre schön lappigen Chromatophoren ausgezeichneten Ceratien zeigen darum in der Regel, sobald sich irgend welche schädliche Einwirkungen geltend machen, kleine rundliche Scheiben [1]) statt der lappigen, oft lang gezogenen Platten.

Dann folgt auch eine Formveränderung. Aehnlich wie die braunen Diatomeenchromatophoren, wechseln auch die Peridineenchromatophoren beim Absterben ihre Farbe. Die röthlichgelbe Farbe schlägt alsbald in einen grünlichen Ton um [2]). Der Farbenumschlag wird dadurch bedingt, dass ein Theil des Chromatophorenfarbstoffes, der für sich rothbraun aussieht, aus den Chromatophoren in das umgebende Wasser hinausdiffundirt und dieses, wenn viel Peridineen in wenig Wasser zugleich absterben, röthlich färbt. Mit der Farbenveränderung geht auch eine Aenderung der inneren Struktur des Chromatophors vor sich, was sich darin äussert, dass er sein früher homogenes Aussehen verliert.

Farbstoff: Man findet gewöhnlich angegeben, dass die Peridineen durch Diatomin braun gefärbt seien. Es ist dies eine sehr nahe liegende Annahme wegen der morphologischen Aehnlichkeit der Farbstoffträger der Peridineen und Diatomeen, und wegen der Aehnlichkeit der Farbe selbst. Ein Beweis für die Annahme, dass es sich hier um ein und denselben Farbstoff handelt, ist nirgends gegeben. Gegen die Annahme spricht von vornherein die Verschiedenheit des Farbentones, der bei den Peridineen meist einen röthlicheren Schein hat, während er allerdings bei einzelnen Formen sehr ähnlich ist; dagegen spricht ferner die grosse Variabilität

---

[1]) Tafel 6, Fig. $26,_7$ vorderer oberer Theil der Zelle mit gesunden Chromatophoren. Im hinteren Theil dieselben im erkrankten Zustand gezeichnet. Tafel 9, Fig. $37,_2$ rechte Figur *a* gesunder Chromatophor, links *b* dieselbe erkrankt. Tafel 11, Fig. $41,_4$ Chromatophoren gesund, $41,_5$ dieselben krank.

[2]) In den Abbildungen hat dieser Farbenumschlag nicht ausgedrückt werden können.

des Farbentones bei den Peridineen, der, wenn auch die Hauptmenge braungelb gefärbt erscheint, doch bei verschiedenen Gruppen zwischen grün und rothbraun schwankt, während die Farbe der Diatomeenchromatophoren, die zwar auch nicht ganz konstant ist, doch nur innerhalb viel engerer Grenzen variirt.

Die Chromatophorenbeobachtungen allein genügen nicht, um den braunen Farbstoff als Diatomin in Anspruch zu nehmen. Da den bisherigen Erfahrungen gemäss die Assimilationsfähigkeit von dem Gehalt an einem zur Chromophyllgruppe gehörigen Farbstoff abhängig ist, so müsste man, wenn die gelbe Farbe der Peridineen durch irgend einen anderen, mit dem Chromophyll nicht zusammenhängenden Farbstoff bedingt wäre, diesem Peridineenfarbstoff eine ganz andere physiologische Rolle für das Zellleben zuweisen, und damit auch den vorher als Chromatophoren beschriebenen Zellorganen einen ganz anderen Werth beimessen, als den Chromatophoren der Pflanzen.

Diese Frage nach der Chromophyllnatur des Farbstoffes, die für jede auf höherer Stufe stehende Pflanze nur von geringer Bedeutung wäre, weil wir sicher sind, durch Analogieschluss das Richtige zu treffen, ist hier um so wichtiger, als wir es bei den Peridineen mit Wesen zu thun haben, die so unmittelbar an der Grenze zwischen Thier und Pflanze stehen, dass ihre pflanzliche Natur von vielen geleugnet wurde. Da die, durch die Chromatophoren vermittelte Assimilationsthätigkeit eine typische Eigenschaft der Pflanzenzellen ist, die mit Ausnahme der Pilze durch das ganze Pflanzenreich von oben bis unten hindurchgeht, während sie für kein dem Grenzgebiet fernstehendes Thier unzweifelhaft nachgewiesen ist, so spitzt sich die Frage nach der Zugehörigkeit der Peridineen zum Pflanzenreich zu auf die Frage nach der Natur des Farbstoffes ihrer Chromatophoren.

Es ist also in erster Linie zu erweisen, ob der Farbstoff, wie nach den erwähnten morphologischen Befunden zu vermuthen ist, wirklich in die Chlorophyllgruppe gehört. Da bei den Algen der Farbstoff der Chromatophoren noch einen besonderen systematischen Werth besitzt, indem die differenten Gruppen sich auch durch Differenz des Farbstoffes auszeichnen, so hat es für die Kenntniss der systematischen Stellung, namentlich der Verwandtschaft zu anderen Gruppen des Algensystems ein grosses Interesse, den Farbstoff der Chromatophoren möglichst genau zu kennen, namentlich seine Beziehungen zu den nächstverwandten Farbstoffen, d. h. denjenigen der Phaeophyceen, Diatomeen und Florideen.

Eine specielle Untersuchung, die ich dieser Frage widmete (**117**), ergab, dass sich aus dem Pyrrophyll, dem Farbstoff der lebenden Chromatophoren der Peridineen durch Extrahiren mit Wasser und Alkohol drei verschiedene Farbstoffe gewinnen lassen.

1. Phycopyrrin ist ein mit braunrother Farbe in Wasser löslicher, in Alkohol mit gelber Farbe löslicher Farbstoff, der ferner löslich ist in Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Eisessig. Sein Absorptionsspektrum besitzt ein starkes Absorptionsband im Roth zwischen λ 650—680 (Chlorophyllband I), ein zweites Absorptionsmaximum zwischen λ 600—620 (Chlorophyllband II) und eine Endabsorption im Blau.

Der Name Phycopyrrin soll auf die Beziehungen dieses Farbstoffes zu den wasserlöslichen Farbstoffen der Florideen und Phaeophyceen deuten. Das Gemeinsame der drei Farb-

stoffe liegt in der Herkunft derselben aus Chromatophoren und in der Wasserlöslichkeit, der Unterschied im Absorptionsspektrum, speciell in dem für die Chlorophyllderivate charakteristischen sogenannten »stabilen« Absorptionsbande im Roth, das den beiden anderen Farbstoffen fehlt, während sein Vorhandensein das Phycopyrrin gerade als echten Chlorophyllfarbstoff charakterisirt.

Durch Kochen seiner wässerigen Lösung wird das Phycopyrrin als brauner Niederschlag gefällt, der sich in Alkohol mit brauner Farbe wieder auflöst und auch dann noch das charakteristische Absorptionsband im Roth des Spektrums besitzt. Durch längeres Kochen der in Wasser aufgeschwemmten Peridineen erhielt ich eine braunrothe Lösung, welche sich von der auf kaltem Wege erhaltenen unterschied (β-Phycopyrrin), aber ebenfalls das Chlorophyllband im Roth besass. Wahrscheinlich ist es Umbildungsprodukt des normalen Phycopyrrin.

2. Peridinin ist nicht löslich in Wasser, dagegen sehr leicht löslich in Alkohol, ferner leicht löslich in Benzol, Aether, Schwefelkohlenstoff, Eisessig; wenig löslich in Benzin. Das Absorptionsspektrum ist charakterisirt durch ein stetiges Anwachsen der Absorption beim Fortschreiten vom Grüngelb nach dem blauen Ende des Spektrums. Ein Absorptionsmaximum im Roth zwischen den Spektrallinien B und C (das Chlorophyllband I) ist wahrscheinlich nicht vorhanden. Das Peridinin wurde durch Behandlung des mit Wasser ausgezogenen Materials mit wenig Alkohol erhalten und ergab dabei eine portweinrothe Lösung. Wichtig für diesen Farbstoff ist das Fehlen des charakteristischen Chlorphyllbandes, das nur in dicker Schicht andeutungsweise (und auch hier wahrscheinlich nur durch geringe Beimengung des folgenden Körpers hervorgerufen) zu konstatiren war. Es ist vielleicht dem Xanthophyll der Phanerogamenchromatophoren verwandt.

3. Peridineen-Chlorophyllin: Ein gelbgrüner Farbstoff, löslich in Alkohol, Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Eisessig; schwer löslich in Benzin. Besitzt im Absorptionsspektrum ein Absorptionsband im Roth (Chlorophyllband I), ein Band II. Ordnung (Chlorophyllband II), eine geringe Absorption des Grün und Endabsorption des Blau. Es wurde gewonnen durch mehrfaches fraktionirtes Extrahiren der zur Peridiningewinnung schon benutzten Peridineenmasse. Bei der fraktionirten Extraktion sinkt der Gehalt des Extraktes an dem leichter löslichen Peridinin immer mehr herab, während gleichzeitig das Absorptionsband I immer stärker wird, als Zeichen, dass die Lösung sich den Eigenschaften einer Chlorophyllinlösung immer mehr nähert. Die Reindarstellung ist auf diesem Wege zwar kaum auszuführen, doch gelang es, ein letztes Extrakt von gelbgrüner Farbe zu gewinnen, das jedenfalls schon sehr arm an Peridinin war und den gewöhnlichen alkoholischen Chlorophylllösungen grüner Pflanzen sehr ähnlich war.

Durch diese Untersuchungen wurde festgestellt, dass der Farbstoff der lebenden Peridineen jedenfalls unter die Chromophylle gehört, und dass man also die Träger derselben auch als echte Chromatophoren im Sinne der Botaniker anerkennen muss.

Einige allgemeine Chromatophorenverhältnisse, wie ihre Anordnung zu Chromatosphären, Sternfiguren u. s. w., können erst weiter unten bei der speciellen Besprechung der Ausgestaltung des Chromatophorenapparates bei den verschiedenen Peridineengruppen berücksichtigt werden.

Die Chromatophoren einzelner Gruppen.

Die Prorocentrinen zeigen einen Wechsel der Chromatophoren von kleinen Plättchen bis zu grossen Platten. Dieser Wechsel ist sonst innerhalb einer Gruppe selten. *Prorocentrum gracile* ist instruktiv für dieses Verhalten. Tafel 1, Fig. $3,_{1-2}$ zeigt eine Zelle, deren Chromatophorenapparat aus einer grossen Platte gebildet zu sein scheint. Die Platte liegt der Wandschicht an und schlingt sich um die ganze Zelle herum. In andern Zellen (Tafel 1, Fig. $3,_{3}$) lässt die Platte eine Zusammensetzung aus verschiedenen kleineren Plättchen erkennen. Der optische Querschnitt Tafel 1, Fig. $3,_{4}$ lässt die Platte in viele kleine Plättchen auflösen. Auch bei *Prorocentrum micans* erscheint häufig die ganze Wand mit einer oder zwei grossen Platten bedeckt (Tafel 1, Fig. $2,_{1-2}$). Bildungen wie Tafel 1, Fig. $2,_{3}$ zeigen jedoch, dass auch hier die Verhältnisse nicht so einfach liegen. Der Chromatophor zeigt sich hier als reich gelappte, sogar mit Lücken versehene Platte. Aehnliche sehr gelappte Flächen sind bei *Ceratium tripos* besonders häufig zu studiren. Dort liess sich aber immer nachweisen, dass diese gelappte Fläche aus vielen kleinen einzelnen Plättchen zusammengesetzt ist, die sich beim Erkranken der Zelle als kleine, runde Scheiben voneinander sondern. Dass auch bei *Prorocentrum micans* die gelappten Platten in ähnlicher Weise entstehen, wird noch wahrscheinlicher gemacht durch die naheverwandte *Exuviaella marina*. Bei dieser Art erscheinen die Platten gewöhnlich so regelmässig gebildet, dass es vollkommen den Anschein hat, als besässe die Zelle zwei grosse, uhrglasförmige Chromatophoren, von denen jeder einer der beiden ebenfalls uhrglasförmigen Panzerhälften anliegt, wobei um die Mittellinie eine chromatophorenfreie Zone bleibt. (Tafel 1, Fig. $1,_{3}$; dieselbe Zelle um 90^{0} gedreht Tafel 1, Fig. $1,_{4}$). Ich fand jedoch auch Zellen, die statt der zwei uhrglasförmigen Platten zahlreiche, kleine, rundliche Plättchen besassen (Tafel 1, Fig. $1,_{6-7}$), und glaube nun, dass auch dort, wo die uhrglasförmigen Platten keine Zusammensetzung aus kleineren Plättchen erkennen lassen, diese dennoch vorhanden sei, dass also bei den Prorocentrinen trotz des scheinbar gegentheiligen Befundes nicht einzelne grosse Platten, sondern zahlreiche kleine, der Wand angeschmiegte und mit den Rändern zusammenstossende Plättchen den Chromatophorenbestand der Zelle bilden. Chromatophorenfreie Prorocentrinen habe ich nicht gesehen.

Phalacromaceen. Die Familie der Phalacromaceen verhält sich in dieser Beziehung anders. Die Anordnung wie überhaupt der Gehalt an Chromatophoren unterliegt hier grossen Schwankungen. Dazu treten in eigenthümlichen Chromatophorenanhäufungen Verhältnisse auf, die vorher noch nicht erwähnt wurden. Einige Gattungen der Familie, wie *Ornithocercus* (Tafel 5, Fig. 21) und *Amphisolenia* scheinen immer chromatophorenfrei zu sein, andere dagegen, wie *Dinophysis,* sind chromatophorenhaltig[1]). Bei *Phalacroma* (Tafel 2, Fig. 10, Tafel 3, Fig. 16, Tafel 4, Fig. 20) besitzen einzelne Arten Chromatophoren, andere dagegen nicht.

Den einfachsten Fall des Chromatophorenaufbaues zeigt *Dinophysis sphaerica*, wo eine grosse Anzahl kleiner, rundlicher (Tafel 1, Fig. $5,_{1}$) oder schwach lappiger (Tafel 1, Fig. $5,_{2}$), dünner Plättchen der Zelloberfläche flach angeschmiegt liegt. Nicht selten zeigt *Phalacroma Jourdani* eigenthümliche Anordnung der Chromatophoren. Z. B. in Tafel 4, Figur $20,_{2\ 3}$

[1]) Ausnahme: *Dinophysis uracantha* Stein, Tafel 2, Fig. 9.

bilden die Chromatophoren eine Gruppe, die einen vierstrahligen Stern darstellt. Nicht immer liegen die Chromatophoren mit ihrer Fläche der Wand parallel im Körnerplasma, sondern man findet auch bei den Formen mit einfachsten Chromatophorenanordnungen Zellen, wo, wie in Tafel 25, Fig. $80_{,7}$ die braunen Stäbchen, einzelne Platten auf der Kante stehen. Auch findet man nicht selten eine Anzahl Chromatophoren ins Entoplasma hinein verschoben (Tafel 4, Fig. $20_{,4}$, radiale Strahlen).

Deutet die vierstrahlige Anordnung bei *Phalacroma Jourdani* schon auf einen gewissen näheren Zusammenhang der einzelnen Chromatophoren untereinander, so wird dies an anderen Stellen noch deutlicher. Tafel 1, Fig. $4_{,4}$; Tafel 1, Fig. $6_{,3}$ geben Stadien der Plasmaanordnung, bei denen die Chromatophoren zu mehreren Haufen vereinigt sind, deren Zusammengehörigkeit aber noch als eine zufällige gedeutet werden könnte. Bei Tafel 1, Fig. $4_{,1}$ ist dies deutlicher, hier strahlen die fast stabförmig gestreckten Plättchen am hinteren Ende der Zelle von einem gemeinsamen Centrum radial aus. Einen ähnlichen Stern von stäbchenförmigen Chromatophoren zeigt *Gymnodinium teredo* Pouchet (Tafel 23, Fig. $74_{,3-8}$) sehr häufig.

Das Centrum der Chromatophorengruppen ist farblos. Dass dieses farblose und in der normal vegetirenden Zelle meist unsichtbare oder doch unauffällige Centrum, Chromatocentron will ich es nennen, aber eine Rolle in der Chromatophorenanordnung spielt, zeigen die Veränderungen, die die Zelle bei Einwirkungen von aussen erfährt. Im ersten Stadium werden die Chromatophoren mehr abgerundet, dann werden sie nach einem oder mehreren Centren zusammengezogen, umlagern dieses locker und häufen sich schliesslich um dieses herum zu einem dichten Klumpen, Chromatosphäre, an (*Dinophysis acuta,* Tafel 1, Fig. $4_{,4}$). Diese Reaktion ist aber nicht auf *Dinophysis acuta* beschränkt. Sie zeigt sich weit verbreitet, doch so, dass einzelne Arten mehr Neigung dazu haben als andere. Tafel 1, Fig. 6 zeigt eine Zelle von *Dinophysis ovum* in verschiedenen Stadien dieser Veränderung, Fig. $6_{,2}$ mit ausgebreiteten Chromatophoren, die von dem Chromatocentron nichts gewahren lässt, und Fig. $6_{,2}$ zeigt die Chromatophoren zu drei Haufen um das Chromatocentron herum zusammengeballt. Tafel 2, Fig. $8_{,1-2}$ zeigt dieselbe Erscheinung bei *Dinophysis homunculus.*

Peridiniaceen. Wie bezüglich der Membran und der übrigen Organisationsverhältnisse machen sich auch in den Chromatophorenverhältnissen grosse Verschiedenheiten innerhalb dieser Familie geltend.

Die Ceratien (Tafel 9, Fig. 35 bis Tafel 12, Fig. 42), die biologisch wichtigste Peridineengattung, sind durchweg chromatophorenführend. Der Reichthum an Chromatophoren ist sehr verschieden, nicht selten fand ich Exemplare mit so wenig Chromatophoren, dass sie bei schwacher Vergrösserung fast farblos erschienen, wogegen andere dunkelbraun aussahen. Völlig farblose Ceratien habe ich nicht gesehen, auch in den scheinbar farblosen habe ich immer noch Chromatophoren, wenn auch klein und schwach gefärbt, nachweisen können.

Der Farbenton der Chromatophoren wechselt sehr stark. Bei den Formen der Ostsee ist er verhältnissmässig sehr konstant und besonders dunkel. Sie sind dunkelbraun, während sie bei den Mittelmeer- und Oceanformen hellgelb sind. (Die Verschiedenheit der Nuancirungen konnte in den Tafeln aus praktischen Gründen nicht zum Ausdruck kommen.) Ich lasse es

dahingestellt, ob dies Varietätenunterschied ist, oder mehr lokale Eigenthümlichkeit. Bemerkenswerth ist jedenfalls, dass die typisch dunklen Ostseeperidineen auch zugleich andere Varietäten derselben Species sind, als die hell gefärbten Mittelmeer- und Oceanformen. Zu dem Unterschiede in der Farbe der Chromatophoren kommt dann noch ein Unterschied im Chromatophorenreichthum. Die dunklere Farbe der Ostseeceratien beruht nicht allein auf dunklerer Farbe der Chromatophoren, sondern auch auf grösserem Chromatophorenreichthum.

Die Chromatophorenanordnung ist bei allen Ceratien fast dieselbe. Es sind zahlreiche Platten vorhanden, die durchweg der Membran parallel in der äussersten Plasmaschicht lagern. Die Form dieser Platten variirt (cf. Tafel 9—12). Im Allgemeinen lässt sich als Regel erkennen, dass die Ceratienchromatophoren dort, wo ihnen vom Zellkörper grössere Flächen geboten werden, allseitig ausgebreitete, vielfach stark verzweigte oder gelappte Platten darstellen, wo aber der Zellkörper in die Länge gestreckt ist, grenzen sie sich nicht flach gegeneinander ab, selbst dort nicht, wo sie Platz dazu hätten, sondern entsprechend der Ausdehnung des Zelltheils sind auch die Chromatophoren langgestreckt und erscheinen dann aneinander gereiht als dünne, lange, parallel nebeneinander gelagerte, flache Stäbchen. Bei *Ceratium tripos* erscheint bisweilen die ganze Oberfläche von einer oder wenigen grossen, zierlich gelappten und durchbrochenen Chromatophorenplatten netzartig überzogen. Dieser Zustand zeigt sich jedoch nur unter sehr günstigen Lebensbedingungen. Schädliche Einflüsse verschiedenster Art verändern sofort das Bild, die Lappen runden sich ab, dünne Fortsätze werden eingezogen, zahlreiche Verbindungen trennen sich, viele der verzweigten durchbrochenen Platten sondern sich in kleinere Plättchen, die mehr und mehr kreisförmigen Umriss annehmen (Tafel 11, Fig. $41,_{1-5}$). Beim Absterben erleiden sie dann noch Farben- und Strukturänderungen, wie oben angedeutet. In Folge dieser Empfindlichkeit und dieser Formveränderungen erscheint die Chromatophorenbesetzung sehr mannigfaltig, es ist jedoch anzunehmen, dass alle Ceratien gelappte Chromatophoren besitzen, und dass dort, wo man runde Plättchen findet, dieses wesentlich auf schädliche Einwirkung von Aussen zurückzuführen ist.

Ceratium gravidum (Fig. 41) fand ich als eins der besten Objekte zum Studium der oben erwähnten »Leitstränge« der Chromatophoren. Nur in seltenen Fällen sind diese Plasmadifferenzirungen, die bei den Diatomeen und Phaeophyceen sehr deutlich sind, bei den Peridineen zu sehen. Da sie hier sehr viel zarter sind, dazu farblos und in ihrem Lichtbrechungsvermögen nur sehr wenig von dem umgebendem Plasma unterschieden, so sind sie nur bei besonders günstigen Objekten erkennbar; in den meisten Fällen werden sie durch darüber oder darunter liegende Plasmaeinschlüsse oder Membranstrukturen verdeckt.

Die Gattungen *Gonyaulax* und *Goniodoma* haben in allen mir bekannten Arten Chromatophoren. Die Individuen gehören zu den chromatophorenreichsten Peridineen. Der Körper ist nur wenig in die Fläche ausgedehnt, die zahlreichen Chromatophoren finden darum nicht alle an der Zelloberfläche Platz, viele lagern tiefer im Innern. Die Zellen sind infolgedessen dunkelbraun gefärbt und so undurchsichtig, dass das Stadium der Zellorganisation sehr erschwert und in vielen Fällen ganz vereitelt wird (Tafel 8, Fig. 33 a_1). Die Oberfläche der Zelle ist

ausserdem wie bei den Ceratien, nur meistens noch reichlicher, bedeckt mit flachen Platten von rundlichem oder unregelmässig gelapptem Umriss, der aber doch meist einfacher als der der Ceratienchromatophoren ist. Die tiefer im Innern befindlichen Chromatophoren erfüllen das Innere jedoch nicht regellos, sondern ihre Lagerung folgt den Plasmasträngen und Platten, die durch die Vakuolen getrennt werden. Die Vakuolen sind chromatophorenfrei, die Trennungswände der Vakuolen chromatophorenreich, wenn die Vakuolen nun, wie dies häufig der Fall ist, eine Zone mit radial verlaufenden Wänden bilden, so wird bei der Undurchsichtigkeit der Zelle, die die feineren Details nicht erkennen lässt, die in den Vakuolenwänden aufgehäufte, sich deckende Chromatophorenmasse den Schein erwecken, als besässe die Zelle im Innern einen strahligen, sternförmigen Chromatophor (Fig. 33 b_2), Die darauf zielenden Beobachtungen dürften auf einer jetzt leicht verständlichen Täuschung beruhen.

Die Gattung *Peridinium* soll zum Theil Chromatophoren enthalten, zum Theil frei davon sein. Für Süsswasserformen scheint der Chromophyllgehalt ganz sicher gestellt, für die marinen Formen dagegen besteht noch ein Zweifel. Bergh giebt zwar sogar für ein und dieselbe Species *Peridinium Michaelis* an, dass sie theils Chromophyll führe, theils frei davon sei. Ich habe die Species stets frei von Chromophyll gefunden und glaube darum, dass Bergh wohl zwei Species vor Augen gehabt hat. Ebenso habe ich die anderen Vertreter der Gattung, besonders die wichtige Art *Peridinium divergens,* die allerdings häufig gefärbte Gebilde, namentlich Fett enthält, chromophyllfrei angetroffen. Einigemale habe ich allerdings ganz schwach gelblich gefärbte Zellen angetroffen, deren Chromophyllgehalt zweifelhaft war, doch hat hier die Sache noch eine besondere Schwierigkeit, da diese Art bisher nur mangelhaft abgegrenzt ist, selbst Stein mit seinem grossen systematischen Scharfblick hat unter dem Namen *Peridinium divergens* Formen zusammengefasst, die unzweifelhaft verschiedenen Species angehören. Es würde hiernach bezüglich des Chromophyllgehalts ein Gegensatz zwischen Süsswasser- und Salzwasser-Formen derselben Gattung bestehen, und es liegt die Frage nahe, ob nicht in solchem Fall besser nach dem Princip des Chromatophorenbesitzes eine Trennung in zwei Gattungen vorzunehmen ist, wie sie sonst im Pflanzenreich auf Grund viel geringerer Unterschiede vorgenommen wird. Die Arten von *Phalacroma,* die sonst sehr gut als zusammengehörig charakterisirt sind und doch in chromatophorenfreie und chromatophorenführende zerfallen, mahnen aber zur Vorsicht bei Anwendung des Trennungsprincips. Man muss annehmen, dass auf diesen niederen Stufen des Lebensreichs die Scheidung in holophytische (Algen-) und saprophytische (Pilz-) Arten selbst innerhalb ein und derselben Gattung stattfinden kann. Dass aber selbst innerhalb derselben Art dieser Unterschied sich einstellen kann, ist mir bis auf weiteres noch nicht glaubwürdig.

Podolampas zeigt die Ausbildung der Chromatosphären (cf. p. 65) in besonders schönem Maasse. Bei *Podolampas bipes* (Tafel 19, Fig. $56,_{1-6}$) fand ich die Chromatophoren in zwei habituell sehr voneinander abweichenden Formen, einerseits fand ich kleine hellgelbe, längliche oder rundliche Plättchen (Fig. $56,_4$ *C*), die, ähnlich wie das früher für andere Formen beschrieben wurde, in mehr oder minder grossen Abständen voneinander als isolirte Plättchen im Randplasma parallel der Zellwand eingebettet liegen. Dieser Fall kommt jedoch seltener zur Beobachtung als der zweite, wo die Chromatophoren zu mehr oder minder dichten, dicken

Konglomeraten vereinigt sind. Sie bilden dann flache Klumpen (Fig. $56,_2$ oben links *C*) und im extremsten Falle vollständige Kugeln (Fig. $56,_2$ *Cs*), die leicht zu der Täuschung Veranlassung geben, als handle es sich hier um grosse kompakte Einzelchromatophoren, während sie in Wirklichkeit immer aus zahlreichen Einzelchromatophoren zusammengesetzt sind, deren Grenzen nur schwer erkennbar sind. Zwischen beiden extremen Formen existiren noch Zwischenstufen, welche zugleich den Gegensatz erklären. Unter günstigen Umständen lässt sich auch beobachten, dass beide Formen direkt ineinander übergehen. So regellos an der Oberfläche zerstreut, wie bei den meisten Peridineen, findet man die Chromatophoren bei *Podolampas bipes* selten, vielmehr lassen die Chromatophoren durch ihre Lagerung immer schon erkennen, dass sie gruppenweise eine grössere Zusammengehörigkeit besitzen, indem immer eine Anzahl je einen Chromatophorenkomplex (Fig. $56,_4$ unten) bilden. Die Chromatophoren eines solchen Komplexes ziehen sich unter Umständen näher zusammen und bilden eine dichte Platte zusammengedrängter Chromatophoren (Fig. $56,_2$ *Cp*), die weiter zu einem unregelmässigen dichten Klumpen oder einer Kugel sich abrunden kann (Chromatosphäre). Klumpen und Kugel lassen in ihrem Innern einen farblosen plasmatischen Centraltheil erkennen, um den die Chromatophorenplättchen dicht herumgelegt sind (Fig. $56,_{6b}$ *Co*). Der farblose Plasmatheil, um den sie sich vereinigen, entspricht dem Chromatocentron, das schon für *Dinophysis* erwähnt wurde, nur dass die Vereinigung der Chromatophoren zum Klumpen hier in viel grösserer Reinheit zum Ausdruck kommt als bei *Dinophysis*. In dem Chromatophorenklumpen sind die lebenden Chromatophoren oft schwer zu erkennen. Nach Einwirkung von Osmiumsäure werden die Grenzen der einzelnen Chromatophoren deutlicher.

Obwohl ich *Podolampas bipes* meist nur mit Chromatophorenklumpen gefunden habe, während die frei im Randplasma ausgebildeten Plättchen selten waren, so halte ich diesen letzten Zustand doch für den normalen, der nur durch besondere Gründe, besonders durch Einwirkung ungünstiger Lebensbedingungen, in den der Kugelaggregation übergeht. Dies scheint mir daraus hervorzugehen, dass ich durch sehr verdünntes Jodwasser den Uebergang des einen Zustandes in den andern willkürlich bewirken konnte, wobei die gestreckten Plättchen eines Chromatophorenkomplexes sich abrundeten, zur Chromatophorenscheibe zusammenzogen und schliesslich um das Chromatocentron herum sich zur Kugel vereinigten [1]).

Die Exemplare von *Podolampas palmipes*, die ich zu Gesicht bekam, besassen weniger Chromatophoren als *Podolampas bipes*, und diese fand ich stets zu einem kleinen Chromatophorenklumpen (Chromatosphäre) zusammengezogen. Ebenso verhielt sich *Podolampas elegans*.

Blepharocysta und *Podolampas* bilden nach zahlreichen inneren und äusseren morphologischen Verhältnissen eine eng zusammengehörige Gruppe. Bezüglich des Assimilationsapparates zeigt *Blepharocysta splendor maris* aber Verhältnisse, die sonst bei den Peridineen nichts ähnliches finden. Der Zellkörper von *Blepharocysta splendor maris* (Tafel 20, Fig. 61) erschien bei den meisten Exemplaren, die ich zu Gesicht bekommen habe, chromatophorenfrei. Nicht selten findet sich in der Zelle ein kleiner, verschieden geformter, meist rundlicher, bisweilen auch

[1]) Diese Lagerungsveränderung der Chromatophoren siehe in Tafel 19, Fig. $56,_{5-6}$, die einander entsprechenden Chromatophorenkomplexe sind mit gleichen Nummern markirt.

wurstförmig gelber Klumpen, der mir jedoch mehr als Degenerationsprodukt von Chromatophoren, als wie ein normales Chromatophorengebilde erschien. Vielleicht ist es eine degenerirte Chromatosphäre (*Cs*, Fig. $61,_{2}$, $_{13}$). In einem Fall fand ich auch eine grössere gelbe Platte, die den Chromatophorenplatten von *Podolampas bipes* entsprechen mochte. Die Diagnose gerade dieser Zelle war aber nicht so sicher, dass ich sichere Schlüsse darauf bauen konnte. In einer Zelle fand ich auch ein verlassenes kleines Chromatophorenplättchen an, das mir mehr als die halb degenerirten gelblichen Klumpen darauf zu deuten scheint, dass *Blepharocysta splendor maris* im normalen Zustande Chromatophoren besitze, wenn man auch meist im Zellinnern keine typischen Chromatophoren antrifft. Dazu kommt dann die Auffindung des oben kurz genannten sehr sonderbaren Chromatosphärensackes.

Sämmtliche Zellen von *Blepharocysta*, die ich in der ersten Hälfte des Winters 1888/89 in Neapel zu Gesicht bekam, besassen ein mehr oder minder grosses Anhängsel (cf. Tafel 20, Fig. $61,_{10-16}$). das in Gestalt eines runden protoplasmatischen Beutels aus der Geisselspalte herausragte. Der an der Geisselspalte gelegene Theil, der Hals des Beutels, war meist sehr kurz. Der Beutel selbst, der sich mehr oder minder der Kugelform nähert, oft aber auch deformirt, flach erscheint, erreicht in einzelnen Fällen den halben bis dreiviertel Durchmesser der typischen *Blepharocysta*-Zelle.

Der Sack führte einen chromatophorengelben Inhalt, der ihn entweder prall anfüllte oder auch nur zum Theil erfüllte. während der andere Theil zusammengefallen, faltig erschien. Der gelbe Inhalt bestand aus einer grösseren Anzahl kleiner Kugeln oder ellipsoidischer Körper, die bei den dicht angefüllten Säcken sich so drängten, dass sie sich gegenseitig polygonal abflachten.

Jede der kleinen Kugeln erscheint wie ein Haufen von dichtgedrängten, kleinen rundlichen, länglichen oder bisquitförmigen Chromatophorenplatten (Fig. $61,_{20-21}$). An einzelnen mehr isolirten Kugeln, namentlich aber beim Absterben der Kugeln kann man erkennen, dass die Chromatophoren nur eine Hohlkugel bilden, die einen inneren, farblosen, plasmatischen Centralkörper umschliessen (Fig. $61,_{22}$), der ebenso wie der plasmatische Zellkörper der meisten Peridineen beim freiwilligen Absterben stark aufzuquellen vermag, sodass er dann wie eine von mehreren abgestorbenen Chromatophoren umgebene Schwellblase erscheint (Fig. $61,_{23}$)[1]).

Die Chromatophoren dieser kleinen Kugeln erhalten sich gegen Reagentien wie sonst auch die Chromatophoren der Peridineen; sie deformiren sich, verlieren ihre gelbe Farbe, welche in ein missfarbiges Grünlichgelb umschlägt, sie werden inhomogen u. s. w. (Fig. $61,_{23}$ $_{21}$; Fig. $61,_{26}$). Die Hautschicht des Chromatosphärensackes kann gesprengt werden, einzelne der Kugeln können herausgedrängt werden, während der andere Theil derselben erhalten bleibt. Es liess sich einmal konstatiren, dass der zurückbleibende Theil der Kugeln, der demgemäss auch noch in protoplasmatische Masse eingebettet sein muss, nach aussen durch eine neugebildete Hautschicht abgeschlossen wurde (Fig. $61,_{19}$).

[1]) Cf. weiter unten.

Das Innere des Sackes, das abgesehen von den gelben Kugeln von einer anscheinend homogenen, farblosen Flüssigkeit erfüllt wird, scheint durch die Geisselspalte in direktem Zusammenhang mit dem Zellinneren zu stehen.

Während im ersten Theil des Winters 1888—89 sämmtliche mir vor Augen kommenden Individuen der besprochenen Species diese Chromatophoren führenden Anhängsel trugen, wurden diese Anhängsel später seltener und schliesslich fast gar nicht mehr gesehen.

Dazu kommt, dass ich im späteren Verlauf der Entwicklung oft Zwischenstadien fand, indem einzelne Zellindividuen zwar noch Chromatophorensäcke führten, dass diese aber nicht mehr mit den gelben Kugeln gefüllt waren, sondern dass nur noch wenige Kugeln in dem Sacke vorhanden waren. Der Sack selbst war dann runzelig und grobkörnig zusammengefallen, was darauf hindeutet, dass er früher einen grösseren Raum umspannt hatte. Das Ganze gewann dadurch das Ansehen, als ob aus einem vorher gefüllten, voluminösen Sack die grösste Menge der füllenden gelben Kugeln ausgetreten sei, sodass für die kleine Anzahl der noch zurückgebliebenen Kugeln der Sack zu gross wurde und zusammenfiel.

Die Frage nach der morphologischen Bedeutung dieser Blase mit den gelben Kugeln ist zur Zeit noch nicht sicher zu beantworten. Dass sie zwar regelmässig lange Zeit hindurch bei allen, und zwar vollkommen lebenskräftigen Zellen auftrat, dann aber zu anderer Zeit bei allen fehlte, das erschwert die Deutung sehr. Ich war anfangs geneigt, dieses Gebilde für einen Beutel mit Sporen zu halten. Zellkerne habe ich aber bei den kleinen Kugeln nicht gesehen. Deshalb neige ich mehr der Ansicht zu, dass hier die biologisch eigenthümliche Erscheinung vorliegt, dass eine Zelle ihre Chromatophoren wenigstens zeitweilig ausserhalb der festen Cellulosehülle, nur von einer Hautschicht umschlossen, trage. Die gelben Kugeln lassen sich ziemlich ungezwungen als Chromatosphären ansehen, die in diesem Falle zu dicken Packeten im eigenen Beutel vereinigt sind.

Dass Plasma extracellulär erscheint, und dass dieses solche Blasenform annimmt, wie die Umhüllungen der gelben Kugeln zeigen, ist bei den Peridineen nach dem, was wir weiter unten, bei Besprechung des extramembranösen Plasmas sehen werden, nichts Ungewöhnliches, doch zeigt sich hier ein grosser Unterschied. Während bei *Blepharocysta* alles den Anschein vollständig normalen Lebens zeigt, offenbart sich bei andern Formen das extramembranöse Plasma, wenn es Blasenform annimmt, sofort als krankhafte Bildung, wie schon die Chromatophoren zeigen, die darin immer nur isolirt auftreten, alsbald erkranken und absterben. Ob sich bei *Blepharocysta* wirklich ein so ganz abnorm erscheinendes morphologisches Verhalten im normalen Zellleben entwickelt, oder ob dieses nur scheinbar ist, das muss ich späteren Untersuchungen zur Entscheidung überlassen.

Von *Blepharocysta striata* (Tafel 20, Fig. 59) habe ich nur ein lebendes Exemplar gesehen. Dieses besass keine Chromatophoren.

Pyrophacus horologium zeigte ähnliche Chromatophorenverhältnisse wie *Gonyaulax*, doch ist die Zelle, die bei *Gonyaulax* gewöhnlich dunkelbraun aussieht, bei *P.* bedeutend heller gelb gefärbt. Die im Randplasma liegenden Chromatophoren bilden häufig ziemlich lang gestreckte, schriftähnlich geschlängelte Plättchen. Stein zeichnet für *P.* »sternartig angeordnetes braunes

Pigment«, Bütschli (**87**, 1006) deutete dies als ein »braunes, centrales, strahliges Chromatophor«. Die strahlige Anordnung liess sich auch in den von mir untersuchten Exemplaren erkennen, doch beruht dieselbe nicht auf dem Vorhandensein eines strahligen Chromatophors, sondern der Stern wird durch zahlreiche kleine Plättchen hervorgebracht, die im Innern der Zelle den Wänden der Saftkammern eingebettet liegen, und, entsprechend der Saftkammeranordnung, das Bild eines sternartigen, braunen Fleckes geben, indem sich die Grenzen der einzelnen Plättchen gegenseitig decken. Ausser diesen Chromatophoren, die im Innern lagern, hat die Zelle aber noch zahlreiche Plättchen, die oben erwähnten schriftförmigen, an der Oberfläche.

Die Gattung *Oxytoxum* (Tafel 17, Fig. 52 bis Tafel 18, Fig. 55, incl. *Pyrgidium*) scheint in allen Arten Chromatophoren zu führen. Die Chromatophoren sind aber häufig sehr zart und wenig gefärbt, sodass sie leicht übersehen werden können, und sich bisweilen nur durch den zarten gelblichen Schimmer, den sie der Zelle verleihen, verrathen (Fig. $52,_{1}$, $52,_{5}$). Bei *Oxytoxum (Pyrgidium) constrictum* sind sie aber so dunkel und zahlreich, dass die Zelle sehr dunkel gelb dadurch gefärbt wird. Im normalen Lebenszustande liegen sie in Gestalt kleiner, dünner Plättchen im Randplasma gleichmässig über die Oberfläche vertheilt (Fig. $52,_{5}$), in anderen Zellen findet man nur die als Chromatosphären gedeuteten gelben Klumpen (Fig. $52,_{6}$), in noch anderen tritt eine Kombination beider auf: die gelbe Kugel und ein schwach gelblicher Schimmer der Zelle, der von zarten, nicht gesehenen Randplasmachromatophoren herrühren muss (Fig. $52,_{1}$); oder es zeigen sich auch die Chromatophoren, wie dies für *Oxytoxum scolopax* die Regel zu sein scheint, vereinigt zu zwei Portionen, von denen die eine am Vorderende, die andere am Hinterende der Zelle ihren Platz findet (Tafel 18, Fig. $55,_{4-6}$).

Protoceratium (Tafel 7, Fig. $28,_{1}$) ist durch Chromatophorenreichthum undurchsichtig und dunkelbraun, ähnlich wie *Gonyaulax*.

Ceratocorys (Tafel 6, Fig. 25) hat ähnliche Chromatophorenverhältnisse wie *Gonyaulax*. Die Zelle ist durch starke Füllung mit Chromatophoren dunkelbraungelb. Im Randplasma parallel der Wand lagert ein Theil der Plättchen, ein anderer Theil liegt mehr im Innern und erscheint hier aus denselben Gründen wie bei *Pyrophacus* und *Gonyaulax* mehr oder minder deutlich radialstrahlig. Ebenso verhält sich *Steiniella fragilis* (Tafel 6, Fig. $26,_{4}$). *Steiniella mitra* (Tafel 7, Fig. 27), lässt den bei *Gonyaulax* geschilderten Typus der strahlenförmigen Anordnung der Chromatophoren im Innern häufig besonders deutlich erkennen, weil der Chromatophorenreichthum des Randplasmas hier gewöhnlich geringer ist, und die Zelle darum durchsichtiger erscheint. Auch die Einlagerung der Chromatophoren in Plasmastränge erscheint hier bisweilen deutlicher als dies sonst bei den Peridineen üblich ist.

Unter der grossen, unter dem Namen *Gymnodinium* zusammengefassten Gruppe giebt es chromatophorenfreie und chromatophorenführende Arten. Diffuse gelbliche Färbung, wie Pouchet dies angiebt, habe ich nirgends gefunden. *Gymnodinium helix* (Tafel 24, Fig. 77), für das Pouchet diffusen gelben Farbstoff beschreibt, besitzt ebenso deutlich differenzirte Chromatophoren wie die anderen Peridineen, so weit diese überhaupt Chromophyll besitzen.

Besonders regelmässige Verhältnisse der Chromatophorenanordnung, die, wie es scheint, bei allen Individuen der Species wiederkehren, zeigt *Gymnodinium teredo* Pouchet (Tafel 23,

Fig. 74). Die Chromatophoren sind im wesentlichen auf die Dorsalseite beschränkt. Hier sind zwei Abtheilungen zu unterscheiden. Etwa ein Fünftel der Zelllänge vom Vorderende entfernt, befindet sich ein Chromatocentrum *c*, von dem aus nach dem Vorderende hin eine Anzahl schmaler, lang gestreckter Chromatophoren radial ausstrahlen. Die hinteren vier Fünftel der Zelle bis zur Querfurche, die bei dieser Art ganz ans hintere Ende verschoben ist, zeigt eine Anzahl paralleler, gelber Streifen. Diese werden ebenfalls von stabförmig gestreckten Chromatophoren gebildet. Jeder Streifen besteht aus einer Anzahl von kleineren Stäbchen, welche sich so eng aneinander schliessen, dass immer einer den andern fortzusetzen scheint.

II. Umsetzungsorgane.

Das Studium der vorher besprochenen Gebilde, wie Kern, Pusulen, Chromatophoren, lassen den Plasmakörper der Peridineen schon als einen recht komplicirten Organismus erkennen, in dem die einzelnen Theile durchaus den Charakter von Organen haben.

Mit den Chromatophoren sind wir in eine Gruppe von Organen eingetreten, deren Zahl ich im Folgenden noch etwas vermehren kann. Die Gruppe charakterisirt sich durch ihre Thätigkeit in dem gleichen physiologischen Process; sie sind trotz ihrer morphologisch grossen Verschiedenheit alle als Stoffwechselorgane aufzufassen. Die Chromatophoren nehmen in dieser Gruppe eine gesonderte Stellung ein, indem sie allein der Stoffproduktion vorstehen. Ihnen gegenüber möchte ich eine zweite Kategorie von Organen aufstellen, die man als Umsetzungsorgane bezeichnen könnte, weil sie die Aufgabe haben, die verschiedenen Stoffwechselprodukte ineinander umzusetzen, namentlich die direkten Assimilationsprodukte in Reservestoffe umzusetzen, und als solche abzulagern, und die Reservestoffe dann wieder nach Bedürfniss in die aktiv verwendbaren Stoffe umzuwandeln.

Pusulen. Dass die Pusulen Zellorgane mit ganz bestimmten physiologischen Funktionen sind, lässt sich aus ihrem morphologischen Verhalten mit ziemlicher Sicherheit schliessen; es liegen aber noch keine Versuche vor, die uns berechtigen, sie einer bestimmten Organgruppe anzureihen. Ich vermuthe, dass sie zur Gruppe der Stoffwechselorgane zu zählen sind; Beweise lassen sich dafür zur Zeit noch nicht erbringen.

Vakuolen. Ob die Saftkammern oder Vakuolen überhaupt als Organe aufgefasst werden dürfen, ist noch zweifelhaft. Wenn die Vakuolen der höheren Pflanzen, deren Homologa und Analoga die Peridineenvakuolen meiner Meinung nach sind, als Organe anerkannt werden, wie dies nach De Vries und Went geschieht[1]), so müssen auch die Peridineenvakuolen als Organe betrachtet werden, und zwar werden sie dann voraussichtlich auch in die Kategorie der Stoffwechselorgane einzureihen sein, denn dass sie in dem Stoffwechselprocess eine gewisse Rolle spielen, ist schon jetzt zu ersehen.

[1]) De Vries. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XVI, p. 489. Went. Die Vermehrung der normalen Vakuolen durch Theilung. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XIX, p. 296. Went. Die Entstehung der Vakuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXI, p. 300. Went. Die Vakuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen. Bot. Zeit. 1889.

Ich habe in meinem Pflanzenleben der Hochsee darauf hingewiesen, dass die Vakuolen der Plankton-Diatomeen die Funktion haben, die Schwebfähigkeit der Zelle zu erhöhen und zu reguliren. Bei dieser Regulirung dienen sie als Behälter in Wasser gelöster Stoffwechselprodukte. Dass die Vakuolen der Algen andere Stoffe als das umgebende Wasser, und darunter auch organische Körper gelöst enthalten, hat A. Meyer[1]) für *Valonia* nachgewiesen. Dass in den Vakuolen der Peridineen Aehnliches stattfinden kann, dafür spricht die oben erwähnte starke Lichtbrechung, die die Vakuolen vor der Sporenbildung erhalten können, und die wohl als durch Ausscheidung besonders lichtbrechender Stoffwechselprodukte in die Vakuolen gedeutet werden muss. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass die Vakuolen eine mehr oder minder wichtige Rolle im Stoffwechselprocess spielen, und dass sie als Behälter für Stoffwechselprodukte dienen.

Ob ihre Thätigkeit in diesem Process eine aktive oder mehr eine passive ist, indem sie nur, ohne mit einer eigenen Plasmaschicht aktiv mitzuwirken, die vom Grundplasma ausgeschiedenen Produkte aufnehmen, das lässt sich allerdings noch nicht sagen. Nach meiner Ansicht, die weiter unten noch durch die Auffindung weiterer Differenzirungen gestützt wird, fungirt das Plasma in seinem durch viele, verschiedenartige Thätigkeiten sich äussernden Lebensprocess nicht als homogenes Ganzes, sondern die einzelnen Funktionen sind an die Thätigkeit auch formal diffenrenzirter Theile des Plasmas gebunden. Es ist also auch für die Vakuolen zu vermuthen, dass ein besonders differenzirter Plasmatheil die Thätigkeit derselben leitet, wie De Vries dies für die Vakuolen höherer Pflanzen annimmt. Dass dieser Theil, den wir uns als dünnen Schlauch, ähnlich der Vakuolenmembran nach De Vries, denken müssen, bisher noch der Beobachtung entgangen ist, ist kein Beweis für sein Fehlen, da er vielleicht nur durch Reaktionen, die ich nicht angewandt habe, sichtbar gemacht werden kann.

Wenden wir uns jetzt zu den sicher konstatirbaren Stoffwechselorganen.

Plastiden. Die bekanntesten aller Stoffwechselorgane sind die Chromatophoren. Die erste und am besten gekannte Funktion derselben ist die Stofferzeugung, sie sind die Stofferzeugungsorgane par excellence. Die Chromatophoren begnügen sich jedoch nicht mit der einen Funktion, sondern wie auch bei den meisten Organen höherer Organismen sind hier mehrere Funktionen auf ein Organ gehäuft.

Das erste auffällige Assimilationsprodukt der meisten höheren Pflanzen, die Stärke, erscheint zuerst in den Chromatophoren. Auf Grund dieser Stärkeproduktion haben wir sie als Produktionsorgane aufzufassen. Die Stärke verschwindet aber wieder aus den Chromatophoren, sie wird gelöst und an anderer Stelle wieder in fester Form ausgeschieden. Dazu muss eine Stoffumsetzung stattfinden, da Stärke als solche nicht löslich ist. Diese Umsetzung besorgen die Chromatophoren, sie sind also auch Umsetzungsorgane und eröffnen damit den Reigen der Stoffumsetzungsorgane.

Die Chromatophoren theilt Schimper ein in Chloroplasten, Leucoplasten und Chromoplasten. Davon sind die ersten Stofferzeugungs- und Umsetzungsorgane, die beiden anderen sind

[1]) Ber. d. D. bot. Ges. 1891, p. 77.

aber schon reine Stoffumsetzungsorgane. Die Thätigkeit der zweiten Gruppe ist noch zweifelhaft; die Funktion der Chromoplasten besteht nach Schimper darin, Farbstoffkrystalle auszuscheiden.

Stärkebildner. Es ist schon a priori zu erwarten, dass die Stärke, ein so komplicirt gebauter Körper, nicht aus einem gleichmässigen Plasmaschaum ausgeschieden wird, etwa wie ein Krystall aus einer Lösung. Damit im Einklang steht die Beobachtung, dass die Ausbildung der Stärke gebunden ist an besonders differenzirte Plasmapartien, die Stärkebildner. Diese funktioniren als ein besonderes Organ, welches je nach Bedürfniss Ausbildung und Wiederauflösung der Stärke zu besorgen hat. Sie gehören also zu den reinen Stoffumsetzungsorganen.

Ausser der Stärke giebt es noch eine ganze Reihe ungelöster, fester und flüssiger Stoffe, von denen, wenn sie ungeformt sind, nicht ohne weiteres dieselbe Voraussetzung gilt, wie für die Stärke. Bei Flüssigkeitstropfen könnte man allenfalls annehmen, dass sie in Tropfenform von einer gemeinsamen Plasmaflüssigkeit ausgeschieden werden, etwa wie aus einer alkoholischen Oellösung durch Wasserzusatz sich Oel in Tropfenform ausscheidet. Es ist als wahrscheinlicher allerdings auch hier zu vermuthen, dass beim Fett ebenso wie bei der Stärke besondere Theile des Plasmas die Ausscheidung besorgen. Die weitere Beobachtung zeigt, dass dies auch wirklich der Fall ist, dass also auch die ungelösten Stoffwechselprodukte ebenso wie die Stärke von besonderen Organen ausgebildet werden. Die Organe, die der Stoffumsetzung vorstehen, fasse ich mit dem Namen Plastiden zusammen.

Hygroplasten. Unter diesen Stoffwechselorganen stehen den oben erwähnten Stärkebildnern am nächsten diejenigen, welche Fette und andere mit Wasser meist nicht mischbare Flüssigkeiten ausscheiden. Diese will ich mit dem Namen Hygroplasten zusammenfassen.

Auf die Form dieser Gebilde werde ich später bei Besprechung der Einschlusskörper zurückkommen, hier nur soviel davon, dass sie in Gestalt von Kugeln, Klumpen, Platten, Trauben, Maulbeeren, Plättchen verschiedener Form und Grösse erscheinen. Sie sind farblos gelblich oder roth gefärbt durchsichtig oder stark gefärbt undurchsichtig. Die Farbe hängt von dem Ausscheidungsprodukt der Plastiden, die selbst farblos sind, ab. Zum Studium der Plastiden eignen sich nicht alle gleichmässig, von den ganz kleinen Formen muss man von vornherein absehen, deutlicher sind die Verhältnisse bei den grossen, stark lichtbrechenden Tropfen und Platten.

Bei den grösseren Körpern fiel mir häufig auf, dass sie schon in der lebenden Zelle umgeben waren von einer feinen Doppelkontour, den ich anfangs noch nicht geneigt war, als Plasmadifferenzirung anzusehen, sondern für eine optische Täuschung, eine Art Beugungsrand, obwohl die optischen Erscheinungen anders waren, als bei den sogenannten Beugungsrändern. Erst specielle Reaktionen überzeugten mich von dem wirklichen Vorhandensein einer feinen Membranschicht [1]). Nachdem dies einmal konstatirt war, war es allerdings wichtig zu wissen, dass dieses Häutchen schon in der lebenden Zelle zu sehen ist, also kein durch die Reagentien erzeugtes Kunstprodukt sein kann.

---

[1]) *Pd* in Tafel 11, Fig. $40_{,11}$; Tafel 11, Fig. $40_{,35\,a-b}$; Tafel 18, Fig. $57_{,4}$; Tafel 23, Fig. $74_{,3}$ *Pd*; Tafel 7, Fig. $27_{,1}$ *Ft*.

Dieses Häutchen sehe ich als den eigentlichen Plastidenschlauch an. Als Mittel, um ihn deutlicher zu machen, ist in erster Linie Jod zu erwähnen. Jodlösungen färben das Zellplasma gelb; der Plastidenschlauch wird dunkler gefärbt als die meisten Theile des Plasmas. Er erscheint dann, wenn sein Inhalt nicht durch Jod gebräunt wird, als ein dunkles, feines Häutchen um den farblosen Inhaltskörper. In anderen Fällen erhielt ich mit Osmiumsäure, die bei schärferer Einwirkung auch das Plasma dunkler färbt, eine schärfere Hervorhebung des Häutchens.

Der Inhalt der Plastiden ist gewöhnlich ziemlich stark lichtbrechend und von fettartigem Glanz. Häufig zeigt derselbe auch Fettreaktion, worauf ich später noch zurückkomme. In diesem Fall ist er in Aether löslich. Nach Lösung des Fettes bleibt ein feines zusammenhängendes Plasmahäutchen, die Plastide, zurück. Diese habe ich schon in meiner vorläufigen Mittheilung 1892 als Fettbildner bezeichnet und als homologes Zellorgan, wie die Stärkebildner, aufgefasst. Statt Fettbildner kann man auch der einheitlichen Nomenklatur wegen sagen Lipoplast.

Auch in denjenigen Fällen, wo der Inhalt aus einer, in Aether und anderen Fettlösungsmitteln nicht löslichen, stark lichtbrechenden Flüssigkeit besteht, lässt der Schlauch sich durch Benzin oder Xylol deutlicher sichtbar machen. Da diese Körper in ihrem Lichtbrechungsvermögen dem Xylol näher kommen, verlieren sie ihre für die Beobachtung der Plastiden störende stärkere Lichtbrechung, wenn die Zelle in Xylol übertragen wird, und dadurch verschwinden sie scheinbar, während dann das dünne Plasmahäutchen durch seinen anderen Brechungsindex deutlich sichtbar wird. Noch deutlicher lässt sich dies machen, wenn man die Zelle vor ihrem Uebertragen in Xylol mit einem Farbstoff, z. B. mit Schneider'schem Essigkarmin, leicht tingirt. Da die Plastiden etwas leichter tingirbar sind als das übrige Plasma, so erscheint in Xylol der Inhaltskörper wie eine mit dem umgebenden Medium erfüllte Höhlung im Plasma, die von einer feinen, röthlichen Membran umspannt ist[1]).

Dieses Verhalten findet sich bei Körpern von ganz verschiedener Form und ganz verschiedenen chemischen Reaktionen. Das Gemeinsame ist immer ein feiner, besonders differenzirter Plasmatheil, der sie als Häutchen oder Schlauch umschliesst.

Theoretische Bedeutung. Die Einschlussmassen werden vom Plasma aus wässeriger Lösung ausgeschieden, und zwar in den erwähnten feinen Schlauch hinein. Von theoretischer Wichtigkeit ist nun die Frage, ob dieser Schlauch schon vorher vorhanden war, oder jedesmal zum Zweck der Ausscheidung neu gebildet wird, und ferner, ob der Schlauch aktiv die Ausscheidung besorgt oder nur passiv als Aufbewahrungssack der vom Zellplasma ausgeschiedenen Massen dient, mit anderen Worten, ob das Plasma als Ganzes fungirt, oder ob seine Thätigkeit sich in die Thätigkeit einzelner Organe auflösen lässt.

Wenn das Zellplasma als Ganzes ohne Hilfe von besonders ausgebildeten Organen funktionirte, so würden sich die Reservestoffe, z. B. das flüssige Fett, das ich bei dem Exemplificiren besonders ins Auge fassen will, entweder in der Weise daraus abscheiden, wie ein Krystall aus einer Lösung oder wahrscheinlicher wie ein Niederschlag oder eine Ausscheidung

[1]) Tafel 11, Fig. $40_{,11}$ *Pd.*

eines Körpers aus einer Lösung bei Zusatz eines anderen Körpers, z. B. Fett aus einer ätherischen Lösung durch Wasserzusatz. Mehrere Gründe sprechen gegen solche Annahmen.

In erster Linie spricht dagegen die Lokalisirung der Ausscheidungsprodukte. Wenn das Plasma wie ein reines Flüssigkeitsgemenge ohne organische Differenzirung sich verhielte, so müsste man erwarten, dass die Ausscheidung in lauter kleinen Tröpfchen durch die ganze Masse hindurch stattfände. In einzelnen Fällen mag solche gleichmässige Ausscheidung sich zeigen, in den meisten Fällen ist aber eine bestimmte Lokalisirung nicht zu verkennen. Dieselbe ist nicht gebunden an die äusserste Schicht, wo das Plasma mit dem äusseren Wasser in Berührung ist und darum allenfalls eine Lokalisirung zu erwarten wäre, weil hier andere Bedingungen vorliegen als im Innern, vielmehr treten grosse Tropfen, Trauben, Platten etc. an ganz bestimmten Stellen im Innern auf. Andere Stellen dagegen sind frei von Einschlüssen[1]). Ferner werden oft verschiedene Körper nebeneinander in derselben Zelle ausgeschieden, es bilden sich im Innern grössere und kleinere Fettkörper, daneben Körper anderer chemischer Reaktionen; andere Stellen desselben Plasmakörpers bleiben dagegen frei von beiden.

Noch mehr als diese Lokalisirung spricht die Formung der Ausscheidungsprodukte gegen die Funktionirung des Plasmas als Ganzes bei der Stoffumsetzung. Das Auftreten kleiner Fetttropfen neben grossen fettleeren Räumen und das Anwachsen dieser Fetttröpfchen zu grossen Fettkörpern könnte man zur Noth noch denken, ähnlich wie das Anschiessen und Wachsen von Krystallen in einer Lösung, obwohl diese Vorstellung schon schwierig ist; aber noch unwahrscheinlicher wird diese Annahme, wenn das flüssige Fett nicht in Gestalt von wachsenden Tropfen, sondern von unregelmässigen Körpern, Trauben, ja selbst von dünnen Platten auftritt. Diese Formung verlangt eine lokalisirte, aktive Thätigkeit des Plasmas. Das Oel hat natürlich das Bestreben, Kugelgestalt anzunehmen; wenn das Plasma ihm eine andere Form giebt, die mit der regelmässigen Form der Krystalle nicht verglichen werden darf, so kann dies nur auf der aktiv formenden Kraft der die Oelmasse umgebenden Plasmatheile zurückgeführt werden. Das Plasma als eine einfache Flüssigkeit könnte wohl kleine Abweichungen von der Kugelform, die sich entsprechend dem Wabenwerk des Schaums höchstens bis zum Polygon steigern würden, bedingen, aber es könnte nicht die erwähnte Formung der flüssigen Einschlüsse bewirken oder auch nur erhalten.

Die nächstangrenzenden Plasmatheile sind die vorhin beschriebenen Schläuche oder Säcke. Diese sind also als Bildungsplasma in erster Linie anzusehen. Ob auch das nächst angrenzende Plasma noch differenzirt und an der Bildungsthätigkeit direkt betheiligt ist, muss noch dahingestellt bleiben. Da ich einstweilen nur die Säcke als differenzirte Theile erkannt habe, so sehe ich vorläufig von anderen Theilen ab, und halte die Schläuche bis auf weiteres für die Plastiden, die aktiv die Ausscheidung besorgen, natürlich unter indirekter Einwirkung der übrigen Theile des Plasmakörpers, von denen die Thätigkeit der Plastiden ebenso abhängig sein muss, wie z. B. die Thätigkeit der Leber von der Thätigkeit des Magens und Darms im Thierkörper ist.

[1]) Cf. Tropfen Tafel 1, Fig. $5_{,3}$ *Tr*; Tafel 2, Fig. $13_{,1}$ *Fk*; Tafel 3, Fig. $17_{,3}$ *Tr*; Tafel 7, Fig. $27_{,1}$ *Ft*, Fig. $27_{,3}$ *Tr*; Tafel 10, Fig. $40_{,27}$ δ; Tafel 11, Fig. $40_{,28-31}$ γ δ ε. Trauben Tafel 13, Fig. $43_{,24}$ δ. Platten Tafel 12, Fig. $43_{,12}$ *Ftp*.

Ein dritter Grund, der für die aktive Thätigkeit der Plastiden spricht, ist ihre Beziehung zu den schon früher bekannten Stoffwechselorganen, den Chromatophoren.

Fett und Stärke sind die beiden wichtigsten Reservestoffe der Pflanzen. Die eine Pflanze lagert ihre Reservestoffe in Gestalt von Stärke, die andere als Fett ab. Die Stärke wird von besonderen Stärkebildnern ausgeschieden. Wenn sich nun für das Fett ähnliche morphologische Bildungen nachweisen lassen, so ist es wahrscheinlich, dass diese auch eine ähnliche physiologische Rolle spielen, dass also auch das Fett aktiv von den Fettbildnern ausgeschieden wird.

Als Stärkebildner gehören auch die Chromatophoren in diese Organengruppe. Da die Stärke innerhalb der Chromatophoren — rings von Chromatophorenmasse umgeben — ausgebildet wird, so gleicht der stärkehaltende Chromatophor auch in rein äusserlicher Beziehung, als schlauchförmiger Körper, der in seinem Innern das Stoffwechselprodukt ablagert, den Plastiden.

Wenn die Fettbildner so weit den Chromatophoren ähnlich sind, so ist auch anzunehmen, dass sie wie diese aktiv thätige Organe des Plasmas sind, und mehr noch, dass sie Dauerorgane desselben sind. Es wurde oben schon angedeutet, dass das aktive Funktioniren der Plastiden noch nicht bedinge, dass sie als Dauerorgane vorhanden sein müssten, da sie ja für den Zweck der Ausscheidung momentan aus dem Plasma herausdifferenzirt werden könnten, um nun in der einmal angefangenen Richtung weiter zu arbeiten, bis sie vom Plasma wieder aufgelöst werden. Von den Chromatophoren weiss man aber, dass sie Dauerorgane sind, die nicht einmal bei den grossen Umwälzungsprocessen des Zellenlebens, der Zelltheilung und Sporenbildung, zu Grunde gehen, sondern vererbt werden, und sich durch Theilung vermehren. Wenn die Fettbildner und die anderen ihnen ähnlichen Plastiden den Chromatophoren so nahe stehen, so ist von ihnen auch anzunehmen, dass sie keine ephemere Existenz haben, sondern auch zu den Dauerorganen gehören, die in ihrem Thätigkeits- und damit ihrem Füllungszustand, vielleicht auch ihrer Stoffmasse nach wohl variiren können, aber nicht jedesmal zum Zweck der Thätigkeit neu gebildet werden, um nachher wieder spurlos zu verschwinden.

Die Chromatophoren oder Trophoplasten stehen zu den Chromoplasten und Leucoplasten in genetischer Beziehung, indem die Leucoplasten in Trophoplasten übergehen und umgekehrt. Eine besondere Stütze für meine Auffassung der Fettbildner und der ihnen nächst stehenden Plastiden wäre es nun, wenn sich zwischen ihnen und den Leucoplasten direkte Beziehungen nachweisen liessen. Dies ist auch wirklich der Fall.

Die Fettkörper kommen in den verschiedensten Formen vor, nicht nur in Gestalt von Tropfen und Klumpen, sondern auch von Platten und Plättchen. Diese Plättchen sind hier besonders interessant, indem sie uns ein Bindeglied zu den Leucoplasten geben. Wir finden nämlich Plättchen von verschiedener Dicke, bald sind sie fast würfeldicke oder kugelrunde Körper[1]), bald dünnere, bald ganz zarte Platten[2]), die aber immer noch mit Osmiumsäure die charakteristische Fettreaktion geben. Die verschieden dicken Plättchen finden sich bei ein

[1]) Tafel 20, Fig. $61_{,12}$ *Ft.*
[2]) Tafel 18, Fig. $58_{,5}$ *Ftp.*

und derselben Species. Es zeigt dies, dass hier kein specifischer Bildungsunterschied vorliegt, sondern nur verschiedene Füllungszustände, und dass die Platten geneigt sind, bei der Füllung ihren Umriss in tangentialer Richtung mehr zu bewahren als ihre Dicke, sodass also Stoffzufuhr mit Dickenzunahme und Stoffverminderung mit Dickenabnahme verbunden ist. Ein fettes Zellindividuum wird also prall mit Fett gefüllte Plastiden besitzen, ein mageres wird dagegen nur dünne Plättchen zeigen. Interessant ist es nun, dass ich bei einzelnen Individuen einer Species, deren Oberfläche häufig mit dicken oder dünneren Fettplatten bedeckt ist, ganz eben so geformte, sehr feine Plättchen[1]) fand, welche die Fettreaktion nicht mehr gaben. Ihr Lichtbrechungsvermögen war ausserdem so schwach, dass auch andere Inhaltsflüssigkeit kaum darin enthalten sein konnte, sodass das ganze Gebilde wie ein feines, plasmatisches Plättchen erschien. Diese Plättchen glichen nun in ihren Formen den Chromatophorenformen der Peridineen aufs auffallendste, und unterschieden sich von ihnen durch den Mangel der Chromatophorenfarbe. Ich muss sie darum für Leucoplasten halten, die einerseits zu den Chromatophoren, andererseits zu den Fettbildnern morphologisch in sehr naher Beziehung stehen.

Nach Schimper vermögen durch Ausbildung resp. Verschwinden des Farbstoffs die Leucoplasten in Chloroplasten und diese wieder in Leucoplasten überzugehen. Ganz analoges Verhalten bezüglich des Fettes zeigen die Fettbildner. Ein Vergleich der stark mit Fett gefüllten Plastiden, der schwach gefüllten, und ferner der ganz fettlosen, zarten, den Leucoplasten gleichenden Platten lässt kaum einen Zweifel darüber, dass die letzten fettlose Fettbildner oder leere Lipoplasten sind. Chromatophoren-Leucoplasten und Fett-Leucoplasten stehen in einer Reihe als Glieder einer grossen Organgruppe, die ich unter dem Gruppennamen »Plastiden« zusammenfasse. Der besseren Unterscheidung wegen will ich die ersteren mit dem alten Namen Leucoplasten bezeichnen und die Fett-Leucoplasten von ihnen als Coeloplasten unterscheiden.

Die Leucoplasten beanspruchen als Uebergangsbildungen in systematischer Beziehung nicht geringeres Interesse als in morphologischer. Wie bei vielen Organen erschöpft eine Funktion nicht völlig die Thätigkeit der Chromatophoren. Der einen Thätigkeit, der Stofferzeugung unter dem Einfluss des Lichts mit Hilfe des Farbstoffes, steht die andere der Stoffumwandlung (Stärkebildung), die unabhängig vom Chlorophyllgehalt ist, zur Seite. Daraus erklärt sich der leichte Uebergang des einen Organs in das andere, der Chloroplasten in Leucoplasten und der Leucoplasten in Chloroplasten. Mit dem Verlust des Farbstoffs braucht das Organ noch nicht nutzlos für den Zellkörper zu werden, es kann unter Funktionswechsel ein wichtiges Organ bleiben. Dies giebt uns den Schlüssel zu dem systematisch eigenthümlichen Verhalten der Peridineen, dass nahe verwandte Formen sich bezüglich der Chromatophoren sehr verschieden verhalten, indem hier nicht nur Glieder derselben Familie, sondern selbst derselben Gattung, bezüglich ihres Chromatophorengehalts verschieden sind. Wenn wir die chromatophorenähnlichen Plastiden farbloser Peridineen als Homologa der Leucoplasten ansehen, so ist die sonst wunderbare Erscheinung, dass nahe verwandte Formen sich bezüglich eines in der Algensystematik so wichtigen Faktors, des Chromatophorengehalts, so wesentlich

[1]) Tafel 20, Fig. $61_{,2}$ *Pts.*

voneinander abweichen, leichter verständlich, da die scheinbar chromatophorenfreien Arten in den Leucoplasten dieselben Organe besitzen, wie die gefärbten Arten in den Chromatophoren, nur dass sie den Farbstoff nicht ausbilden, ähnlich wie selbst die höheren Pflanzen im Keimlingsstadium nur Leucoplasten besitzen, die bei ihnen die ganze Anlage der Chromatophoren repräsentiren. Die Pyrreplasten der gelben Peridineen würden also als homologe Gebilde den Leucoplasten der farblosen Peridineenformen entsprechen.

Formänderungen. Grössere Lagerungsänderungen einer und derselben Plastide habe ich bisher nicht konstatiren können, doch deuten besonders auffällige Lagerungen, z. B. wenn die gewöhnlich der Zelloberfläche flach anliegenden Plastiden zu gewissen Zeiten tief im Innern und senkrecht zur Oberfläche gestellt, angetroffen werden, ferner die Einlagerung in Plasmaleitstränge auf die Fähigkeit solcher Lagerungsänderungen hin.

Dass mit diesen Ortsänderungen auch Formänderungen verbunden sind, ist wahrscheinlich, doch dürften sie in der normalen Zelle nur langsam vor sich gehen. Stärkere und schnellere Formänderungen werden durch schädliche Einflüsse auf die Zelle bewirkt. Stärkere Veränderungen liessen sich namentlich konstatiren beim Absterben der mit flüssigem Fett gefüllten, flachen Plastiden. In ihnen wird das flüssige Fett natürlich bestrebt sein, sich zur Kugel abzurunden. Die Plastiden geben diesem Bestreben beim Absterben der Zelle jedoch nur in sehr geringem Maasse nach. Die Platte wird etwas dicker und rundet auch die scharfen Kanten etwas ab, aber im ganzen bleibt sie doch als dünne flache Schicht ausgebreitet erhalten [1]). Dies kann natürlich nur durch eine aktiv pressende Wirkung geschehen. In einem einfachen Flüssigkeitsbrei oder Schaum würden Oelmassen schwerlich die Gestalt feiner dünner Plättchen behalten können. Die Kraft, welche die pressende Kohäsionswirkung der Flüssigkeit übertrifft, kann natürlich nur vom Plasma ausgehen. Diese setzt ein ziemlich festes Gefüge der Plasmadifferenzirungen voraus, wie es in einem rein physikalischen Gemenge von Flüssigkeiten mit Emulsions- oder Schaumcharakter schwerlich zu finden sein würde. Wenn also Schaum die Grundlage des Plasmas ist, so müssen ausserdem nach gewissen Richtungen festere Stützen sich finden.

Bei den farblosen Platten ist eine schwache, langsame Veränderung der Form schwer wahrzunehmen. Bei gefärbten Platten wird diese Veränderung deutlicher.

Tafel 26, Fig. $92,_{1-2}$ zeigt ein *Gymnodinium* von hellrother Färbung. Die Färbung rührt von ganz kleinen, dicht unter der Oberfläche liegenden Plättchen her. Die verschiedene Gestalt dieser Plättchen in Tafel 26, Fig. $92,_{6-7}$ mag die Formveränderungen, denen sie unterliegen, veranschaulichen.

Amoeboidalbewegung. Von den Bewegungserscheinungen der Plastiden beansprucht eine Bewegung, die ich bisher nur an eigenartigen Pigmentkörpern beobachtete, ein besonderes Interesse. Bei den farblosen, kleinen Plastiden habe ich bisher keine stärkeren Formveränderungen direkt wahrgenommen, dieselbe zeigte sich jedoch in ausgedehntem Maasse an einem schwarzen Pigmentkörper, der im normalen Zustande als länglich ovale, nicht ganz

[1]) Tafel 18, Fig. $58,_{6}$ *Ftp*; Fig. $57,_{4-5}$ *Ftp*.

regelmässige Blase erscheint [1]). Diese Blase gerieth in Bewegung, sie bildete fingerartige Ausstülpungen, die sich mehr oder minder stark verzweigten und plasmodienartig dicht unter der Oberfläche umherkrochen. Der Hauptkörper der Pigmentblase blieb während des Kriechens der pseudopodienartigen Fortsätze an den ursprünglichen Stellen. Einzelne Theile der Pseudopodien können sich dabei loslösen und selbständig weiter kriechen. Einen eigentlichen, die Pigmentblase umhüllenden Plastidenschlauch habe ich noch nicht gesehen, doch glaube ich, dass er sich noch durch geeignete Behandlung nachweisen lassen wird.

Die Häufung der Funktionen, wie wir sie bei den Chromatophoren, die sowohl Produktionswie Umsetzungsorgane sind, sehen, erklärt die Leichtigkeit des Wechsels der Funktionen, wie er zwischen Chloroplasten und den von ihnen sehr abweichenden Leucoplasten sich zeigt. Es wäre eine interessante Frage, zu untersuchen, wie weit dieser Funktionswechsel geht. Ob Stärkebildner und Fettbildner so weit ihre Funktion ändern können, dass die Stärkebildner auch Fett und die Fettbildner zu anderer Zeit Stärke ausbilden? Die Thatsache, dass manche Pflanzen nur Fett, andere dagegen nur Stärke ausbilden, noch andere zugleich beides hervorbringen, deutet auf eine gewisse funktionelle Konstanz dieser Organe. Dagegen ist nicht unwahrscheinlich, dass phylogenetisch eine Wechselbeziehung zwischen beiden bestehe, der Art, dass beide auf dasselbe Grundorgan zurückzuführen sind. Vielleicht mögen sie auch in der phylogenetischen Reihe noch direkt gewechselt haben. Ob alle Stoffwechselprodukte mit Hilfe der beschriebenen Plastiden ausgebildet werden, oder ob nicht auch daneben Ausscheidungsprodukte normal sich finden, die vom Plasma ohne Hilfe besonderer Organe ausgeschieden werden, das müssen spätere Studien lehren.

Nachdem meine Untersuchungen über diesen Gegenstand abgeschlossen waren und ich in einer vorläufigen Mittheilung auch die Plastiden als Fettbildner schon für Homologa der Stärkebildner erklärt hatte, erhielt ich eine sehr wünschenswerthe Bestätigung meiner Untersuchungen durch Crato, der bei Braunalgen »Physoden« als eigenes Zellorgan beschrieb [2]). Crato's Physoden scheinen mir Homologa meiner Fettbildner oder Lipoplasten zu sein und würden als solche in die Organgruppe der Plastiden einzureihen sein. Sie enthalten stärker lichtbrechende Flüssigkeiten von fettähnlichem Aussehen, sind meist tropfenförmig und besitzen die Fähigkeit, amoeboide bewegliche Ausläufer zu entwickeln. Sie würden also speciell zu den Hygroplasten zu zählen sein. Die Plasmahaut, die eigentliche Plastide, beschreibt Crato zwar nicht, doch ist ihr Vorhandensein auch aus den aktiven Bewegungen der Physoden zu schliessen.

Uebersicht der Plastiden oder Stoffwechselorgane.

Trophoplasten oder Chromatophoren dienen als Assimilationsorgane vorwiegend der Stoffproduktion, daneben der Stoffumsetzung.

Chloroplasten,	grüne	Trophoplasten	der	grünen Pflanzen.
Phaeoplasten,	gelbe	»	»	Braunalgen.
Erythroplasten,	rothe	»	»	Rothalgen.
Pyrroplasten,	braunrothe	»	»	Peridineen.

[1]) Tafel 26. Fig. $92._2$ *Mm.*

[2]) Ber. d. D. bot. Gesellschaft, 1892, p. 295. Bot. Ztg. 1893, p. 157.

Leucoplasten, farblose Modifikation der Trophoplasten. Produktionsthätigkeit latent.
Alloioplasten, farblos, reine Stoffumsetzungsorgane.
Chromoplasten, bilden geformte Farbstoffkörper.
Amyloplasten, Stärkebildner.
Lipoplasten, Fettbildner.
Hygroplasten, Bildner flüssiger Stoffwechselprodukte.
Coeloplasten, leere Modifikation der Hygroplasten.

Einschlussstoffe.

Stärke. Bergh (**60**) macht ziemlich detaillirte Angaben über das Vorkommen von Stärke bei den Peridineen. Von *Ceratium furca* berichtet er p. 202: »Durch Zusatz von Jodjodkalium nehmen fast immer einige der grösseren und kleineren rundlichen Körner eine tief blauviolette Farbe an; diese scheinen also aus Stärke oder aus einem Amyloid zu bestehen«. Bergh nimmt an, dass die Stärkekörner in den Chlorophyllkörnern ausgebildet werden. Er glaubt das Vorkommen der Stärke auf chlorophyllführende Formen beschränkt.

Klebs (**79**) giebt dagegen an, auch bei einem farblosen *Peridinium* Stärke aufgefunden zu haben.

Gegenüber den Angaben von Bergh behauptet Bütschli (**88**, 536) nach Beobachtungen an *Glenodinium cinctum*, dass die Stärkekörner in keiner morphologischen Beziehung zu den Chromatophoren ständen, sondern von diesen gesondert mehr central um den Nucleus herum angehäuft lägen. Auch die von Bergh behauptete Schichtung der Stärkekörner konnte Bütschli (**87**, 968) nicht deutlich wahrnehmen. Die Stärkekörner von *Glenodinium cinctum* besitzen nach Bütschli (**88**, 536) ovale oder etwas eckige bis unregelmässige, doppeltkontourirte Umrisse.

Penard (**113**, 19) sieht in den nach ihm kugelig geformten, grünen Chlorophyllkörnern eine hellere Partie im Centrum, die für ihn »zweifellos ein Stärkekorn« ist; er bringt jedoch nichts bei, um diese Annahme zu stützen.

Auch Schilling (**120**) beschreibt für Süsswasserperidineen Stärke, die durch Chloraljod blau wird. Die Stärkekörnchen sollen innerhalb des Chromatophorenbelages abgelagert werden. Sie können eine beträchtliche Grösse erreichen und zeigen eine deutliche Schichtung um einen central gelegenen Kern.

Fettähnliche Kugeln. Claparède und Lachmann (**33**) geben in ihren Zeichnungen an einigen Stellen Körner und Tropfen an, die sich jedoch ihrem morphologischen Werth nach nicht feststellen lassen. **33**, 407 geben sie an, dass man bei *Dinophysis* wie bei anderen Peridineen im Inneren sehr variable Körner und Tropfen von ölartigem Ansehen bemerkt. In den Zeichnungen geben sie diese aber nicht wieder. Die ölartigen Tropfen, die gewöhnlich farblos sein sollen, sind später von vielen wiedergefunden und auch gezeichnet worden, so von Bergh, Stein, Pouchet, Klebs.

Dinophysis laevis führt nach Bergh (**60**) keine Stärke, aber farblose, durchsichtige Tröpfchen von fettähnlichem Aussehen, die sich aber nicht mit Osmiumsäure färben lassen.

Bergh (**57**) konstatirte im hinteren Theil des Körpers von *Ceratium cornutum* rothe, in Alkohol lösliche Tropfen, die er für ätherisches Oel hält. Er glaubt, es seien Stoffwechselprodukte. Für *Peridinium divergens* hebt er mit besonderem Nachdruck hervor, dass das Protoplasma von zahlreichen, intensiv roth gefärbten, ölartigen Tröpfchen dicht erfüllt sei. Ihre Farbe schwanke zwischen hellroth und hochroth. »Sie treten bald in grösserer, bald in geringerer Menge auf; bisweilen scheinen sie gänzlich zu fehlen. Sie können von höchst verschiedener Grösse sein. Wenn sie ganz fehlen, scheint das Plasma mehr (gleichmässig) roth gefärbt als sonst«. Er vermuthet, dass dann der Farbstoff in Bildung begriffen oder in ganz fein vertheiltem Zustande vorhanden sei. Die Rothfärbung der ölartigen Tropfen wurde später von anderen bestätigt. Pouchet machte namentlich auf die Variabilität des Farbentones aufmerksam. Da ich später bei Besprechung der Pigmente noch auf die Färbung der rothen Tropfen zurückkommen muss, so sei hier nur darauf hingewiesen, dass man die Färbung an ein fettartiges Substrat gebunden glaubte. Dieses wird noch wahrscheinlicher gemacht durch Klebs (**79**), der Schwärzung derselben durch Behandlung mit Osmiumsäure erzielte.

Pouchet findet bei *Ceratium furca* Kugeln, bald in der Einzahl, bald zahlreich, die den »Keimkugeln« von Stein analog sein sollen. Sie sind rundlich oder ovoid. Durch vereinigte Einwirkung von Osmiumsäure und

Karmin sollen sie eine gelbliche Farbe annehmen, was ihm auf energische Lebensthätigkeit hinzudeuten scheint. In der Mitte dieser Körper findet sich dann bisweilen ein schlecht begrenztes, kleines Körperchen von der Grösse der Nucleolen des Kerns, das weniger intensiv gefärbt ist. Die Bedeutung dieser Körper lässt er unentschieden, möglicherweise sei es ein Kern oder auch eine Substanz, die dem Stoffwechselprocess dient, vielleicht als Nahrung, die ausgestossen oder absorbirt werden soll.

Auch Klebs (**79**) hat ähnliche Gebilde gefunden und beschreibt dieselben etwas genauer. »Nicht konstant, aber sehr häufig finden sich in dem Cytoplasma mancher Meeres-Peridineen, besonders von *Ceratium*-Arten, kernartige, sehr stark lichtbrechende, anscheinend homogene, rundliche Körper in wechselnder Anzahl, Grösse und Form. Sie quellen in konzentrirter Essigsäure, zeigen dann meist eine körnige Struktur und färben sich mit Karminalaun, wenn auch sehr viel langsamer als der Kern, so doch zuletzt sehr deutlich. Bisweilen tritt dabei ein sich stärker färbendes, nucleolusartiges Körperchen hervor«. Stein hält diese Körper für »Keimkugeln«. Klebs widerspricht ihm darin.

Tanzende Körnchen. Ganz kleine Körnchen im Zellinhalt giebt Stein (**66**) an verschiedenen Stellen an. Tafel 13, Fig. 2 zeichnet er eine zweihörnige Cyste mit zwei Vakuolen, mit zahlreichen feinen, in beständiger Molekularbewegung begriffenen Pünktchen. Penard (**113**, 18) hat ähnliche Körnchen in dem durch Druck auf die Zelle aus der Geisselspalte hervorgepressten Protoplasma von *Ceratium macroceros* gesehen; sie sind von Bakteriengrösse, glänzend farblos oder rosagefärbt. Sie zeigen sehr lebhafte Brown'sche Molekularbewegung. »Leur forme est un peu allongée, pointure aux deux bouts; souvent elles sont doubles ou en train de se diviser. Nous avons là, sans doute, affaire à des leucites, qui ne sont que des portions déterminées et differenciées du protoplasma, destinées à coopérer à la formation des grains d'amidon«. Dieselben Körnchen hat er bei unverletzten Zellen mitten im Protoplasma und ohne Bewegung gefunden.

Die von den Plastiden umschlossenen Stoffe sind ihrer Reaktion nach in verschiedene Gruppen zu ordnen.

Fett. Liposomen. Fett kommt in verschiedener Gestalt vor.

Fettplatten. Zu den gewöhnlichsten Einschlüssen des Körnerplasmas der Peridineen gehören plattenförmige Fettgebilde = Fettplatten.

Form, Lagerung und Menge dieser Fettplatten sind nicht nur bei verschiedenen Arten sehr verschieden, sondern auch selbst bei den verschiedenen Individuen derselben Art treten so grosse Verschiedenheiten auf, dass es schwer ist, etwas allgemein Zutreffendes zu sagen. Ich muss mich hier auf einige typische Fälle beschränken.

Eine gewöhnliche Form ist die kleiner, kreisrunder Plättchen, die in Grösse und Dicke den Chromatophoren oft sehr ähnlich sind. Sie lagern auch wie diese mehr oder minder dicht gedrängt parallel der Wand im Körnerplasma.

Der kreisrunde Umriss dieser kleinen Plättchen wird in anderen Fällen durch Buchten- und Lappenbildung unregelmässig [1]).

Ein dritter Typus ist der grosser, landkartenartiger Flächen von unregelmässig lappigem Umriss, welche einen grossen Bruchtheil der Zelloberfläche bedecken, aber trotz ihrer grossen Flächenausdehnung nur geringe Dicke erreichen [2]).

Unter Umständen trifft man Platten an, welche im Innern Lücken aufweisen und die in ihrem Umriss so kleinlappig und buchtig erscheinen, dass sie den Gedanken nahe legen, dass sie aus einer Anzahl kleinerer, lappiger Plättchen durch seitliches Verschmelzen der zusammenstossenden Ränder gebildet seien.

[1]) Tafel 14, Fig. $47_{,2}$ *Ftp*; Tafel 18, Fig. $58_{,5}$.

[2]) Tafel 12, Fig. $43_{,12}$ *Ftp*; Tafel 18, Fig. $57_{,5}$ *Ftp*.

In lebendem Zustande der Zelle lassen die farblosen Fettplatten eine äussere Ringzone erkennen und einen davon umgrenzten Mitteltheil von etwas anderer Dichte. Die Oberfläche der Platten, wenigstens bei den grösseren, ist oft nicht eben, sondern eine mit schwach welligen Hügeln und Thälern versehene Fläche.

In einzelnen Fällen konnte ich zwischen den dichtgedrängten, kleinen, rundlichen Fettplatten noch feine plasmatische Verbindungsfäden wahrnehmen.

Die Fettbildner und ihre Sichtbarmachung wurden früher schon bei Besprechung der Plastiden erwähnt.

Fettklumpen und Kugeln. Ausserdem kommt das Fett noch tiefer im Innern der Zelle vor in Form von grösseren und kleineren Klumpen und Kugeln, die ebenfalls aus flüssigem Fett bestehen und von einer feinen Plasmaschicht, dem Lipoplasten, umgeben sind. Vereinzelt fanden sich eiförmige Klumpen von 25—30 μ Durchmesser, Tafel 7, Fig. $27,_1$ zeigt 14 μ grosse durchsichtige, stark lichtbrechende, farblose Fettkugeln. Tafel 25, Fig. $80,_7$ hat Kugeln von 7 μ Durchmesser, Tafel 23, Fig. $74,_3$ *Pt* solche von 6 μ. In den Zeichnungen der Gattung *Phalacroma* finden sich 8—15 μ grosse Kugeln, von *Dinophysis uracantha*. Tafel 2, Fig. $9,_1$ hat solche von 12 μ. Sehr viel häufiger sind kleinere, 3—4 μ grosse Tropfen. Die Tafeln zeigen davon zahlreiche Beispiele.

Fettstäbe und Prismen. Die Fettplatten dicker ausgebildet geben würfelähnliche Klumpen, noch mehr in dieser Richtung ausgedehnt, erhalten wir Stäbe, die, wenn sie dicht gedrängt sind, prismatische Formen annehmen. Tafel 24, Fig. $77,_{6\ 8}$ giebt ein Beispiel hierfür, dort finden sich dicht unter der Zelloberfläche rundliche Klumpen, die in einzelnen Fällen so dicht aneinander gedrängt sind, dass sie sich prismenartig seitlich abflachen, wobei sie jedoch immer noch durch eine Plasmaschicht voneinander getrennt bleiben.

Sori. *Ceratium gravidum* (Tafel 11, Fig. 41) zeigt zahlreiche kleine Fetttropfen, die zu kleinen Häufchen oder Sori vereinigt sind. Die einzelnen Tröpfchen sind aber selbständig und durch Plasma voneinander getrennt. Beim Tödten der Zelle floss das Fett grösstentheils zu Klumpen zusammen, indem das trennende Plasma durchbrochen wurde oder zerriss.

Trauben. Die Tröpfchen des Sorus dichter gedrängt, geben traubenähnliche Klumpen, z. B. Tafel 4, Fig. $19,_1$.

Maulbeerartige Konglomerate finden sich in *Phalacroma Argus* (Tafel 5, Fig. $21,_2$ *Ftr*; Tafel 3, Fig. $15,_2$ *Ftr*).

Rothes Fett. Auch in rother Farbe kommt das Fett bisweilen in den Peridineenzellen vor und zwar in Tönen, die von hellrosa bis dunkel karminroth schwanken. Einzelne Beispiele davon später.

Reaktion. Als Fett habe ich bei diesen Betrachtungen, dem allgemeinen Gebrauch folgend, diejenigen Körper bezeichnet, die durch starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet sind, durch Osmiumsäure gebräunt werden, in Aether, Benzol und anderen Fettlösungsmitteln, und mit warmer Kalilauge löslich (verseifbar) sind. In manchen Fällen war das Fett in Alkohol löslich, in anderen nicht. Ob diese Körper nun wirklich immer aus Fett im chemischen Sinne des Wortes bestehen, will ich nicht unbedingt behaupten. Die mikrochemischen Reak-

tionen sind im allgemeinen nicht sehr sicher. Dazu kommt dann noch, und das ist namentlich wichtig für die Beurtheilung der nächstfolgenden Körper, dass nicht nur die Fettkörper selbst, sondern sogar ihre Träger, die Peridineen, mikroskopisch klein sind und dadurch das Anstellen von Reaktionen sehr erschweren. Es ist nicht möglich, in jedem fraglichen Falle alle nöthigen Reaktionen zu machen, um die chemische Natur des betreffenden Körpers zu ermitteln, weil manche Reaktionen sich gegenseitig ausschliessen, wie z. B. die Lösung in Aether und die Verseifung mit Kali. Man muss sich also auf eine oder einige Reaktionen beschränken. Ausserdem wird noch die Reaktion besonders dadurch erschwert, dass die Zellen durch ihre Kleinheit sehr umständlich zu behandeln sind. Die Reaktionen müssen selbstverständlich unter Deckglas gemacht werden, damit man unter Anwendung starker Vergrösserungen beobachten kann. Dann müssen die reagirenden Flüssigkeiten an den Rand des Deckglases gebracht und vorsichtig darunter hindurchgesaugt werden. Dabei geräth die kleine Zelle, namentlich wenn sie rundlich gebaut ist, leicht in Bewegung und geht verloren. Die Operationen müssen also sehr langsam und vorsichtig vorgenommen werden und werden dadurch sehr zeitraubend.

Dazu kommt, dass meistens mehrere Körper in der Zelle vorhanden sind, die zu gleicher Zeit analysirt werden sollen, aber ganz verschiedene Behandlungen mit Reagentien verlangen, sodass man in vielen Fällen gezwungen ist, darauf zu verzichten, alle fraglichen Körper in der Zelle zu analysiren, und dass man mit der Feststellung eines einzigen oder weniger Körper sich zu begnügen, während die anderen chemisch unberücksichtigt bleiben müssen und nur morphologisch charakterisirt werden können.

Wenn nur beschränktes Material zur Verfügung steht, wie dies häufig der Fall ist, so werden sich die analytischen Fragen also nur mangelhaft lösen lassen. Da ich meine Zeit nicht dieser Aufgabe allein widmen konnte, so war es mir nicht möglich, die chemische Untersuchung in der gewünschten Vollständigkeit durchzuführen. Die Lösung der chemischen Fragen bezüglich der eingeschlossenen Körper, von denen ich nur einige durch besondere Reaktionen charakterisiren kann, verlangt noch ein zeitraubendes Studium.

Hygrosomen. Dass es sich bei den vorhin erwähnten Fettkörpern um flüssiges Fett handelt, geht einerseits daraus hervor, dass sie ihre Form beim Absterben der Zelle verändern und eventuell auch zusammenfliessen, andererseits aus ihrem Verhalten gegen polarisirtes Licht, gegen das sie sich als optisch isotrop erweisen.

Die von den Hygroplasten eingeschlossenen Körper möchte ich, ganz unabhängig von ihrer chemischen Beschaffenheit, als Hygrosomen zusammenfassen, und ihre Substanz als Oel, entsprechend dem gewöhnlichen Sprachgebrauch, der den Namen Oel nicht bloss auf chemische Fette beschränkt, sondern auch auf andere Flüssigkeiten mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften (starkes Lichtbrechungsvermögen etc., z. B. die Mineralöle) ausdehnt.

Die Oeleinschlüsse zeigen verschiedene Reaktionen, die aber noch nicht genügend studirt sind, um die Körper chemisch zu charakterisiren. Ich führe ein paar Körper an, die sich mit einfachen Reaktionen als verschieden erkennen lassen.

α-Oel, die vorhin erwähnte Flüssigkeit, die wegen ihres Verhaltens gegen Osmiumsäure, Aether, Benzol, Kalilauge als Fett bezeichnet wurde.

β-Oel kommt vor in Form von runden, meist aber länglich ovalen oder unregelmässigen Klumpen von 8—10 μ Durchmesser, es bildet also verhältnissmässig grosse Körper. Sie sind farblos, stark lichtbrechend (der Brechungsindex muss dem des Benzols oder dem des Xylols sehr nahe stehen, da es darin nahezu verschwindet). Es wird durch Karmin (Schneider'sches Essig-, Mayers-, Borax-) nicht gefärbt, durch Osmiumsäure nicht gebräunt (kein Fett), ist in Alkohol, Aether, Benzol, Xylol, Essigsäure nicht löslich, wird in Kalilauge nicht gelöst (schien aber darin aufzuquellen?). In konzentrirter Schwefelsäure schwillt es stark auf.

Aehnlich den oben erwähnten Fettplatten finden sich noch andere kleine Plättchen, die sich durch Nichtfärbbarkeit mit Osmiumsäure als fettfrei erwiesen (cf. oben unter Coeloplasten).

Farblose, stark lichtbrechende, nicht doppelbrechende Tropfen, wahrscheinlich auch aus β-Oel bestehend, finden sich häufig neben den Fetttropfen. In der lebenden Zelle sind beide Substanzen nicht zu unterscheiden. Die Reaktion mit Osmiumsäure (in der sie sich nicht färben) scheidet sie von den Fetttropfen, mit denen sie oft gemischt in derselben Zelle vorkommen [1]).

γ-Oel. Aehnlich den β-Oelklumpen kommen noch andere farblose oder schwach gelblich gefärbte Klumpen vor, welche durch ihre Färbbarkeit mit Karminlösungen, die sie viel stärker aufnehmen als das Grundplasma (γ in Tafel 11, Fig. $40_{,31, 32, 33, 34}$) als eine andere Substanz charakterisirt werden.

δ-Oel. Rosa bis dunkelroth gefärbte Tropfen, Tröpfchen, Trauben, Klumpen, welche sich durch Schwärzung mit Osmiumsäure und Löslichkeit in Aether als Fett charakterisiren, δ in Tafel 10, Fig. $40_{,27}$; Tafel 11, Fig. $40_{,28}$; Tafel 13, Fig. $43_{,22}$, Fig. $43_{,24}$; Tafel 27, Fig. 97.

Farbige Klumpen. Schmutziggelbe oder braungelbe, unregelmässig geformte, häufig recht grosse, bisweilen auch kleinere, stark lichtbrechende Klumpen kommen hier und da vor. Sie werden durch Osmiumsäure nicht geschwärzt. Ihre Substanz ist unbekannt. Ob sie flüssig oder fest sind, ist noch nicht konstatirt. Wahrscheinlich sind sie nach Substanz und morphologischem Werth verschiedenartig. Form und Grösse dieser Gebilde zeigen *K* und *Kl* in Tafel 2, Fig. $13_{,1}$; Tafel 25, Fig. $83_{,1}$, Fig. $84_{,1}$, Fig. $86_{,1}$; Tafel 26, Fig. $92_{,3}$, $92_{,10}$, $93_{,4}$; Tafel 27, Fig. $97_{,1}$ *K*, $97_{,6}$ *K*.

Melanosomen sind mit schwarzer Flüssigkeit gefüllte Räume, die nur bei wenigen Formen *(Pouchetia)* vorkommen. Ihr Auskriechen wurde oben besprochen, und ihre Verbindung mit stark lichtbrechenden Kugeln zu einem komplizirteren Apparat wird unten bei Besprechung der Pigmente erwähnt werden (*Mm* in Tafel 26, Fig. $92_{,2, 3, 9, 10}$, $93_{,4}$, Fig. $94_{,1\ 2}$, Fig. $95_{,1}$ Fig. $96_{,1-2}$; Tafel 27, Fig. $97_{,1\ 2}$, Fig. $98_{,1-2}$, Fig. $99_{,1-2}$).

Körner. Feste Körner sind in der Peridineenzelle selten im Vergleich zu den flüssigen Einschlüssen. 2 Hauptformen davon will ich unterscheiden als Körner und Mikrosomen oder Körnchen.

[1]) Tafel 6, Fig. $26_{,5}$, die dunkel schattirten Tropfen »*Ft*« geben mit Osmiumsäure Fettreaktion, die hell schattirten »*O*« nicht.

Mikrosomen oder Körnchen. Sehr kleine, $^1/_2$—1 μ grosse, stark lichtbrechende farblose Körnchen, ähnlich wie das Chromatin des Kerns mit Gentianaviolett stark färbbar, finden sich bisweilen im Plasma zerstreut = δ-Körnchen.

Doppelbrechende Mikrosomen. Möglicherweise sind diese kleinen Körnchen identisch mit anderen ebenso kleinen Mikrosomen, mit denen sie vergesellschaftet sind, die ich hier und da mikroskopisch mittelst des Polarisationsmikroskop als doppelbrechend unterscheiden konnte. In *Ceratium furca* (Tafel 9, Fig. $37_{,1}\,dK$) und *Ceratium limulus* (Tafel 9, Fig. $39_{,1a}$) sind etliche solcher doppelbrechenden Körnchen gezeichnet. Sie wurden durch Osmiumsäure nicht gefärbt, sind also kein Fett; mit Jod war die Reaktion zweifelhaft, sie schienen damit etwas gelblich zu werden, aber nicht blau (keine Stärke); durch Kalilauge wurden sie plötzlich unsichtbar. Dass sie eine mit Jod nicht blau färbbare Modifikation der Stärke sind, scheint mir nicht wahrscheinlich.

Körner mit Doppelbrechung. Hierher gehören die Beobachtungen der Stärke; doch kann ich darüber keine positiven Angaben machen, da mein Suchen nach Stärke vergeblich war. Anfangs glaubte ich in den mit Jod gelb-braun färbbaren Kugeln (β-Oel) eine Stärkemodifikation vor mir zu haben und wahrscheinlich hat auch Bergh, der die Stärke bei den Ostseeperidineen erwähnt, diese Kugeln wegen ihrer dunklen Färbung bei Jodeinwirkung für Stärke gehalten. Bei Süsswasserperidineen soll nach Schilling auch Stärke vorkommen, bei den marinen Formen habe ich jedoch vergeblich nach Blaufärbung bei Jodeinwirkung gesucht. Dass die mit Jod braun färbbaren Kugeln der marinen Peridineen nicht aus einer Stärkemodifikation bestehen, beweist das Polarisationsmikroskop, das sie als nicht doppelbrechend kennzeichnet. Bei den meisten marinen Peridineenzellen fand ich ausser der Membran (und bisweilen dem Kern) nichts Doppelbrechendes in der Zelle, höchstens noch einige winzige Mikrosomen, die eher als kleine ausgeschiedene Kryställchen, denn als Stärke gedeutet werden können und deren Masse stets auch sehr gering war. Als Reservestoff der Peridineen sind also Fett und die ihm ähnlichen Flüssigkeiten aufzufassen.

Als seltener Ausnahmefall ist das Vorkommen von grösseren doppelbrechenden Körnern zu bezeichnen. Ich habe solche Körner bei *Dinophysis acuta* gefunden, wo sie typisch zu sein scheinen. Dass sie bei anderen Formen nicht vorkommen, möchte ich aber nicht behaupten, da meine Untersuchungen mit dem Polarisationsapparat dazu nicht weit genug ausgedehnt wurden. *Dinophysis acuta* zeigt ziemlich regelmässig in der hinteren Spitze des Zellkörpers eine Anzahl farbloser, stark lichtbrechender, rundlich länglicher, etwas unregelmässig geformter Körper (Tafel 1, Fig. $4_{,1-4}\,dK$) von 4—5 μ Durchmesser, die stark doppelbrechend sind, mit Jod aber keine Stärkereaktion geben. Bei einer Einwirkung von Jod in Alkohol, Jodjodkalium, die das Plasma stark gelb färbt, blieben sie noch farblos. Bei Einwirkung verdünnter Salzsäure bleiben sie erhalten, konzentrirte Salpetersäure hebt ihre Doppelbrechung auf und bringt sie ganz zum Verschwinden. Ihre chemische Natur ist noch zweifelhaft.

Inhaltskörper.

Die Charakterisirung der eingeschlossenen Körper nach dem chemischen Verhalten ist, wie schon ausgeführt wurde, in vielen Fällen nicht auszuführen; es wird darum sehr oft nöthig sein, auf diese chemische Charakterisirung zu verzichten und bei der Bezeichnung mit einer rein morphologischen fürlieb zu nehmen. Um die verschiedenen Vorkommnisse besser vergleichen zu können, fasse ich die Einschlüsse zu morphologischen Gruppen zusammen, mit der Gruppenbezeichnung »soma«, dessen Zusammensetzung die Unterarten der Gruppe ausdrücken mögen.

Platysomen.

Platysomen sind flache, plattenartige Einschlusskörper des Plasmas, die sich ihrem Aussehen nach den Chromatophoren anschliessen. Man könnte zweifelhaft sein, ob man letztere auch zu den Platysomen stellen und demnach Chromo- und Leuco-Platysomen unterscheiden solle. Da erstere aber durch ihren Farbstoff hinreichend charakterisirt sind, so ist es besser, von ihnen bei Besprechung der Platysomen ganz abzusehen und unter dieser Bezeichnung nur die chromophyllfreien Platten zu verstehen.

Der Form nach möchte ich drei Haupttypen der Platysomen unterscheiden: 1. grosse, landkartenartige Flächen, häufig mit stark buchtigem, lappigem Rand und nicht selten mit grösseren Durchbrechungen oder kleinen Löchern[1]. 2. Kleine, mehr rundliche oder schwach gestreckte Plättchen, häufig kreisförmig, bisweilen mit gebuchtetem Rand[2]. 3. Kleinste, zierlichste Plättchen von schriftähnlichem, schmalem, oft unregelmässig hin- und hergebogenem Umriss[3].

Bezüglich der Lagerung verhalten sich die Platysomen ganz ähnlich den Chromatophoren, sie bevorzugen das Körnerplasma und lagern sich hier gewöhnlich mit ihrer Fläche parallel der Zelloberfläche, doch kommt es auch vor, dass man Platysomen senkrecht zur Oberfläche gelagert findet; dies gehört jedoch zu den Ausnahmen.

Pachysomen.

Die Pachysomen unterscheiden sich von den Platysomen durch ihre Dicke. Sie sind der Reaktion nach verschiedene Körper, während sie morphologisch sich oft so ähnlich sehen, dass sie nur mit Hilfe von Reagentien voneinander getrennt werden können. Wegen der Gleichheit der morphologischen Eigenschaft und der Schwierigkeit, die scheidenden Reaktionen in jedem Falle auszuführen, ist ein zusammenfassender Name, der sich nur an die direkt sichtbaren Merkmale hält, sehr wünschenswerth. Ihrer Form nach kann man die Pachysomen

---

1) Tafel 12, Fig. $43_{,12}$.

2) Tafel 4, Fig. $19_{,1-2}$ *Pts*; Tafel 13, Fig. $43_{,2}$ *Pts*, $44_{,3+3b}$, $40_{,17}$, $44_{,1}$ *Pts*; Tafel 14, Fig. $45_{,13}$ *Pts*, $45_{,4}$ *Pts*, $45_{,8}$ *Pts*; Tafel 15, Fig. $50_{,8-10}$; Tafel 20, Fig. $61_{,4,5,6,8,9}$, $61_{,2}$, $61_{,10}$, $61_{,11}$; Tafel 22, Fig. $73_{,2}$ *Pts*; Tafel 27, Fig. $99_{,1}$ *Pts*.

3) Tafel 16, Fig. $49_{,12b}$; Tafel 20, Fig. $61_{,7}$.

in mehrere Gruppen scheiden, grosse, unregelmässig geformte Klumpen [1]), traubenförmige Klumpen [2]), grössere Kugeln und Tropfen [3]), kleinere Körnchen und Tröpfchen [4]), und kleinste Körnchen oder Mikrosomen [5]).

Der Lagerung nach sind diese Körper weniger an das Randplasma gebunden, als die Platysomen. Die kleineren liegen zwar auch gewöhnlich im Randplasma (Körnerplasma), die grösseren dagegen liegen gewöhnlich mehr im Innern.

Linsen. Eine besondere Form der Pachysomen sind die später unter den selteneren Einschlüssen zu beschreibenden Linsen.

Stabförmige Körper.

Stäbchenbündel. Stein (**66**) hat (Tafel 1, Fig. 2 und 4) bei *Prorocentrum micans* in der Nähe des »Schlundkanals« ein »Bündel sehr feiner Stäbchen« gezeichnet, »welches ganz den Eindruck macht, als ob ein fischreusenförmiger Schlund vorhanden sei«. Bütschli (**87**, 973) hält es für möglich, dass dieses Stäbchenbündel mit dem Schlund der Flagellaten zu vergleichen sei, hat jedoch selbst das Vorhandensein dieses Bündels nicht bestätigen können.

Rhabdosomen.

Randstäbchen. Bei *Podolampas bipes* findet man gewöhnlich farblose, stark lichtbrechende Stäbchen [6]), welche, im Körnerplasma wurzelnd, mehr oder minder tief ins Innere der Zelle hineinragen, und dabei annähernd die Richtung nach dem idealen Mittelpunkte der Zelle annehmen.

Die Form der Stäbchen ist keine vollkommen cylindrische. Vielmehr besitzen dieselben in ihrem Verlauf schwache Anschwellungen, durch die sie einen knotenstockähnlichen Habitus gewinnen [7]). Die Länge derselben schwankt zwischen 10—20 μ.

Lagerung. Gewöhnlich findet man sie in grösseren Mengen in der Nähe der Geisselspalte, indem sie hier, zu mehr oder minder grossen Bündeln vereinigt, in der Zellperipherie inserirt sind, während sie nach dem Zellinnern hin mehr auseinander strahlen. Die Stäbchen dieser in der Nähe der Geisselspalte inserirten Bündel pflegen auch die grössten und stärksten der Zelle zu sein. Nächst dieser Region ist die Verjüngung des Vorderendes ausgezeichnet durch das Vorkommen der Stäbchen. Hier pflegen sie aber weniger Bündel zu bilden, sondern, mehr einzeln stehend, ganze Strecken der Zelloberfläche gleichmässig zu bedecken, wobei alle Stäbchen, unter annähernd dem gleichen Winkel zur Zelloberfläche stehend, schräg

[1]) Tafel 1, Fig. $7_{,1}$ *Kl*; Tafel 2, Fig. $10_{,3}$ *S*, Fig. $11_{,1}$ *S*, Fig. $13_{,1}$ Kl^1; Tafel 3, Fig. $14_{,4}$ *Kl*; Tafel 4, Fig. $19_{,1}$ *Kl* u. K^1; Tafel 20, Fig. $60_{,1}$ *K*, Fig. $61_{,3}$ *K*, Fig. $61_{,11}$ *Kl*, Fig. $61_{,12}$ K^1 u. K^2, Fig. $61_{,14}$ *Kl*; Tafel 23, Fig. $76_{,1}$ K^1, K^2; Tafel 26, Fig. $92_{,3},_{10}$, $93_{,4}$.

[2]) Tafel 3, Fig. $15_{,2}$ *Ftr*; Tafel 4, Fig. $19_{,1}$ *Ftr*; Tafel 13, Fig. $43_{,24}$ δ, Fig. $43_{,25-29a}$.

[3]) Tafel 1, Fig. $5_{,3}$ *Tr*; Tafel 2, Fig. $10_{,3}$ S^1, Fig. $13_{,1}$ *Fk*; Tafel 3, Fig. $16_{,4}$ *Tr*, Fig. $17_{,3-4}$ *Tr*; Tafel 4, Fig. $19_{,1}$ β; Tafel 7, Fig. $27_{,1}$ *Ft*, Fig. $27_{,3}$ *Tr*; Tafel 13, Fig. $43_{,22}$; Tafel 18, Fig. $57_{,1}$ *O*.

[4]) Tafel 6, Fig. $26_{,5}$ *Ft*; Tafel 8, Fig. $33_{,10}$; Tafel 9, Fig. $39_{,1a}$.

[5]) Tafel 10, Fig. $40_{,8-10e}$.

[6]) Tafel 19, Fig. $56_{,1-2}$ *Rh*.

[7]) Tafel 19, Fig. $56_{,3}$ *Rh*.

nach dem Inneren der Zelle hinzeigen. Seltener und von noch geringerer Grösse findet man die Radialstäbchen auch an den Aequatorialwänden inserirt.

Nach dem Absterben der Zelle waren diese Radialstäbchen gewöhnlich nicht mehr zu erkennen; durch starke Osmiumsäure werden sie jedoch ganz gut fixirt.

Podolampas palmipes[1]) zeigt ebenfalls dieselben Stäbchen, aber gewöhnlich nicht so stark ausgebildet; auch *Podolampas elegans*[2]) zeigt dieselben Verhältnisse. Die der Gattung *Podolampas* nahestehende Gattung *Blepharocysta* zeigte auch in dieser Beziehung ihre Zusammengehörigkeit, indem sich auch bei ihr, wenn auch seltener und in zarterer Ausbildung, Stäbchen zeigen, die dann namentlich in der Nähe des Apex einzeln oder zu Bündeln vereinigt stehen[3]).

Auch bei anderen Formen fand ich ähnliche Stäbchen, z. B. bei *Phalacroma doryphorum* Stäbchen von 2 µ Dicke und 7 µ Länge.

Da die Radialstäbchen nicht doppelbrechend sind, so trifft die naheliegende Vermuthung, dass es Krystalle seien, nicht zu. Durch Osmiumsäure werden sie nicht geschwärzt und durch Alkohol und Benzol nicht gelöst, sie bestehen also nicht aus Fett. Da sie sich dem Grundplasma ähnlich verhalten, so ist es am wahrscheinlichsten, dass es krystalloide Eiweisskörper sind.

Randstäbchenzone. Eine besonders auffallende Ausbildung zeigen die Stäbchen bei manchen Gymnodinien[4]) und einigen anderen, indem sie hier eine vollständig geschlossene Stäbchenzone im Plasma bilden. Die Oberfläche dieser Gymnodinien zeigt gewöhnlich ein System von Längsfalten. In dem nach aussen sich hervorwölbenden Theil der Längsfalten sind nun die Stäbchen inserirt. Jede Falte trägt entweder eine einzige Stäbchenreihe, die dann in der Flächenansicht der Zelle wegen des kreisrunden Querschnittes der Stäbchen wie eine in der Falte ausgespannte Perlenschnur erscheint, oder es drängen sich auch in einer Falte zwei bis drei Reihen um den Platz. Die benachbarten Stäbchen liegen, wie dies ihre dichtgedrängte Lage bedingt, fast parallel nebeneinander. Dabei steht das ganze System in der Aequatorialgegend zur Zelloberfläche annähernd senkrecht, bildet aber, je mehr es sich dem Zellende nähert, einen um so spitzeren Winkel mit der Zelloberfläche, sodass die Stäbe an den spitzen Enden der Zellen fast der Längsaxe der Zelle parallel stehen. Ob diese Stäbchen mit den Radialstäbchen von *Podolampas* gleichwerthig sind, muss ich noch dahingestellt sein lassen.

Nadeln.

Bei *Peridinium globulus* fand ich, namentlich bei Exemplaren, die kurz vor der Sporenbildung sich befanden, ähnliche Gebilde wie die Stäbchen der *Podolampas*-Gruppe. Es wurzelten hier nämlich im Körnerplasma kleine, nadelartig feine Stäbchen, die, zerstreut in der Peripherie inserirt, in den Innenraum der Zelle hineinragen und hier umgekehrt wie die Stäbchen von *Podolampas* die Neigung bekunden. Bündel in der Weise zu bilden, dass die nach innen hinein-

[1]) Tafel 18, Fig. $58._{1}$ $_{2}$, $58._{5}$ *Rh.*
[2]) Tafel 18, Fig. $57._{1}$ *Rh.*
[3]) Tafel 20, Fig. $61_{,1}$, $61_{,13}$, $61_{,16}$ *Rh.*
[4]) Tafel 21, Fig. 66; Tafel 22, Fig. $70._{3}$.

ragenden Spitzen zusammenneigen, sodass Stäbchenpyramiden gebildet werden, die nach Art der Gewehrpyramiden zusammengestellt sind.

Diese Nadeln, die sich von den Stäbchen der *Podolampas*-Gruppe durch ihre Feinheit und durch ihre Aufstellungsart unterscheiden, finden sich auch bei der Gattung *Peridinium* verbreitet. *Peridinium globulus, divergens, ovatum, Michaelis* lassen gelegentlich, und zwar ebenfalls vorzugsweise in der Sporenbildungszeit, die erwähnten Nadelbildungen erkennen.

Inwieweit diese Nadeln den Stäbchen von *Podolampas* homolog sind, liess sich noch nicht entscheiden. Bei *Peridinium Michaelis* schienen sie mir in ihrer Form bisweilen den Stäbchen von *Podolampas* sich etwas zu nähern, sodass es nicht ausgeschlossen erscheint, dass hier eine einheitliche Bildung vorliegt, die aber in den verschiedenen Peridineengruppen eine bestimmte Differenz der Ausbildung zeigt.

Stäbchenbüschel. Noch eigenartiger ist das Vorkommen von regelmässig zu Büscheln angeordneten Stäbchen oder Nadeln. Eine Zelle (Tafel 2, Fig. $11,_{2}$) von *Phalacroma ovum* zeigt ein Büschel, das aus wenigen, regelmässig von einem Centrum ausstrahlenden Stäbchen besteht. Sie berühren sich im Centrum nicht, dasselbe ist aber markirt durch ein kleines, stark lichtbrechendes Körnchen oder Tröpfchen. Tafel 2, Fig. $11._{1}$ zeigt andere Zellen mit einem Stäbchenbüschel, aus zahlreichen, feinen, dicht gedrängten Strahlen bestehend.

Fadenbündel.

Die »Stäbchen« habe ich bei manchen Gymnodinien immer, bei *Podolampas* fast immer, bei *Blepharocysta* bisweilen, und die »Nadeln« bei *Peridinium* hier und da angetroffen. Sie bilden also einen zwar häufigen, aber keineswegs obligatorischen Bestandtheil der Zellen der betreffenden Peridineengruppen.

Auch der Wechsel der Lage des Organs innerhalb der Zelle deutet darauf, dass wir es hier, bei den letzterwähnten Formen wenigstens, mit einem nur fakultativen Bestandtheil der Zelle zu thun haben. Einen noch weit merkwürdigeren, weil typischen Inhaltsbestandtheil der Zelle fand ich bei *Podolampas bipes*.

Durch die Zellen dieser Art ist ein langes, straff gespanntes Fadenbündel, aus vielen, sehr feinen, parallel dicht aneinander gelagerten Fäden bestehend, ausgespannt [1]). Die Lage desselben ist stets fest bestimmt: das eine Ende wurzelt im Randplasma in unmittelbarer Nähe der Geisselspalte, an einer Stelle, wo die Membran siebartig durchlöchert ist [2]). Das andere Ende wendet sich schräg nach vorn und setzt sich hier ca. $^1/_2$ Zelllänge von dem vorderen Zellende entfernt in dem der Gattung eigenthümlichen Längs-Plasmabalken [3]) fest. Bisweilen, wenn auch selten, erscheint das Fadenbündel in der Mitte etwas verbreitert, indem es sich hier über einen im Wege stehenden Plasmatheil legt und dabei eine geringe Biegung erleidet, sodass das Bündel vorn und hinten dicht aneinander schliesst, in der Mitte aber etwas auseinandergepresst wird. Ein ähnliches Bild würde ein nur an den Enden zusammenhängendes, straff

[1]) Tafel 19, Fig. $56,_{2}$ *Fd*, $56,_{5}$ *Fd*, $56,_{7}$ *Fd*.

[2]) Tafel 19, Fig. $56,_{2}$ *Sb*.

[3]) Tafel 19, Fig. $56,_{7}$ $_{11}$.

gespanntes Bündel von elastischen Stricken geben, wenn es in der Mitte seines Verlaufes durch einen festen Gegenstand aus der geradlinigen Bahn abgedrängt würde. An der Berührungsstelle mit dem festen Gegenstande wurde der runde Querschnitt des Bündels verändert, sodass es, von der einen Seite gesehen, hier breiter erscheinen müsste als an den beiden Enden.

Bei Fixirung der Zelle mit Osmiumsäure blieb das Fadenbündel erhalten, zeigte aber dabei häufig eigenthümliche Formveränderungen. Das vorher gerade, glatte Bündel erschien nachher wurmartig gekrümmt [1]). Der Grund dieser Veränderung dürfte eine rein passive Veränderung der Fäden sein, welche dadurch bedingt wird, dass das Bündel im Leben durch das tragende Plasma straff gespannt wird. Wenn letzteres beim Absterben aber zusammenschrumpft, so wird die Entfernung zwischen Anfangs- und Endpunkt des Bündels verringert, wodurch das Bündel gezwungen wird, einen bogigen Verlauf anzunehmen.

Ein gleiches Fadenbündel, wenn auch weniger stark ausgebildet, fand ich bei *Podolampas elegans* [2]). Bei *Podolampas palmipes* [3]), das in allen seinen Theilen zarter gebaut ist als *Podolampas bipes*, ist auch das Fadenbündel schwächer. Bisweilen ist dasselbe wegen seiner Zartheit und Durchsichtigkeit hier gar nicht zu erkennen; da jedoch auch hier in den Fällen, wo die Zelle besonders günstige Beobachtungsverhältnisse zeigte, z. B. wenn die inneren Theile wenig durch darüber liegendes Fett u. s. w. verdeckt wurden, ein Fadenbündel stets sichtbar war, so glaube ich, dass auch bei dieser Art das Vorhandensein des Fadenbündels typisch ist.

Auch *Blepharocysta striata* [4]) und *Blepharocysta splendor maris* [5]) besitzen ein in der Nähe der Geisselspalte inserirtes Fadenbündel, aber es ist bei ihnen noch zarter als bei *Podolampas palmipes*. Es ist mir deshalb bisher auch nur einige Male gelungen, dasselbe mit Sicherheit zu konstatiren.

Ausser bei der *Podolampas*-Gruppe habe ich ein ähnliches Fadenbündel nur noch einmal bei *Gymnaster pentasterias* aufgefunden.

Diese fadenförmigen Gebilde werden noch auffallender durch ihr Verhalten beim Absterben der Zelle. Wurde nämlich *Podolampas bipes* einige Zeit unter Deckglas gehalten, so wurde regelmässig ein Theil der Fäden des Fadenbündels lanzenartig in der Richtung der Längsaxe der Zelle nach hinten hinausgeschleudert.

Seltene Einschlüsse.

Es erübrigt nun noch, einige weitere Einschlüsse des Plasmas von beschränkterem Vorkommen hinzuzufügen.

Stark lichtbrechende Kugeln und Körper.

Hier und da gewahrt man in Peridineenzellen ungewöhnlich stark lichtbrechende Körper von verschiedener Grösse, meist farblos, bisweilen auch schwach gelblich gefärbt, von miss-

[1]) Tafel 18, Fig. $57,_4$ *Fd.*
[2]) Tafel 18, Fig. $57,_1$ u. $_3$ *Fd.*
[3]) Tafel 12, Fig. $58,_1$ *Fd.*
[4]) Tafel 20, Fig. $59,_{3-5}$ *Fd.*
[5]) Tafel 20, Fig. $61,_{16}$ *Fd*, $61,_{13}$ *Fd*. $61._1$. $61._2$.

farbigem Ton. Sie sind kugelig oder von unregelmässig abgerundeten Umrissen, theils homogen, theils zeigen sie körnige oder noch seltener fädige Struktur. In einzelnen Fällen haben sie konzentrischen Schichtenbau. Alle diese Körper bedürfen noch eines erneuten Studiums, um über ihren Bau, ihr Wesen und ihre Bedeutung für die Zelle klar zu werden; ich erwähne sie deshalb hier nur ganz kurz, ohne näher auf sie einzugehen.

Fetthohlkugel.

Ein ganz eigenartiges Inhaltsgebilde fand ich bei *Blepharocysta striata* [1]). In der vorderen Hälfte der Zelle lag im Entoplasma ein grosser, runder, stark lichtbrechender Körper von annähernd kugelförmiger Gestalt. Dieser Körper war aus mehreren Schichten zusammengesetzt. Die äusserste Schicht *(S)* wurde von einer farblosen, stark lichtbrechenden Masse (Oel) gebildet, welche sich nicht auf alle Seiten des Körpers gleichmässig vertheilte. Nach dem vorderen Zellende hin war sie stärker, nach hinten weniger dick. Darauf folgte nach innen eine breite, schwach lichtbrechende Zwischenschicht (scheinbar nur aus wässeriger Zellflüssigkeit bestehend). Von ihr wurde eine kleine, farblose, stark lichtbrechende Kugel *(K)*, von nicht vollkommen ebener Oberfläche und inhomogener Substanz, welche eine konzentrische Schichtung erkennen liess, umschlossen. Während der Beobachtung plasmolysirte sich die Zelle an einer Seite und zugleich zerfiel die äusserste, vorher homogene Schicht der eingeschlossenen Inhaltskugel in eine Schicht von kleineren Kugeln, welche sich gegenseitig polygonal abflachten, dabei aber die Anordnung der ursprünglichen Schicht zur Hohlkugel beibehielten [2]). Die einzelnen Polygon-Kügelchen waren durch ein feines, plasmatisches Häutchen voneinander getrennt. Die Kügelchen bräunten sich bei Behandlung mit Osmiumsäure und waren nach Behandlung mit Alkohol und Aether gelöst: sie bestanden also voraussichtlich aus flüssigem Fett. Die wässerige Zwischenschicht verhielt sich bei Behandlung der Zelle ganz indifferent. Die innerste Kugel mit konzentrischer Schichtung wurde weder durch Osmiumsäure noch durch Alkohol und Aether verändert, durch Jod in Jodkalium wurde sie gebräunt und in Kalilauge (10 $^0/_0$) verquoll sie wie das Grundplasma auch.

Bezüglich anderer, seltener Einschlüsse verweise ich auf die Abbildungen und die Tafelerklärung.

Pyrenoid.

Claparède und Lachmann geben in ihrer Beschreibung von *Amphidinium operculatum* an: Son centre est en général occupé par un corpuscule arrondi plus foncé. Ein ähnliches Gebilde fand später auch Stein bei *Prorocentrum rostratum* (Tafel 1, Fig. 14) als einen der Mitte der Schale anliegenden Körper von kreisförmigem Umriss und aus 2 konzentrischen Schichten bestehend und bezeichnet ihn als »wahrscheinlich doppelter amylonartiger Körper«. Für *Dinopyxis dactylus, Dinopyxis laevis* und *Dinopyxis compressa* giebt er ähnliche Körper an. Die Zeichnungen drücken aber sehr deutlich aus, dass es sich hier nicht um einen centralen, sondern um zwei Körper handelt, von denen je einer der Mitte jeder Schale anliegt, und dass die Körper keine Kugeln, sondern 2 stark gewölbte Scheiben sind, die mit je einer flachen Seite der Schale anliegen.

---

[1]) Tafel 20, Fig. $59_{,3-7}$.
[2]) Tafel 20, Fig.

Unabhängig von Stein fand auch Pouchet (64, 428), dass der »amylonartige Körper Stein's, den Pouchet als l'ombilic bezeichnet, bei *Amphidinium operculatum* in der Zweizahl in der Zelle vorhanden sei, und dass je einer derselben der Mitte jeder Schale angelagert sei«.

Klebs (79. 744) giebt eine Beziehung dieser Körper zu den Chromatophoren an, welche hier die Gestalt grosser, muldenförmig gekrümmter Platten haben sollen; »In der Mitte einer jeden, auf der Aussenseite befindet sich ein uhrglasförmiger Amylonkörper, wahrscheinlich in Verbindung mit einem Pyrenoid; doch ist die Sache nicht näher verfolgt worden«.

Bei *Heterocapsa* habe ich ein Pyrenoid mit Amylumherd[1]) gefunden[2]). Bei *Exuviaella*, für das Klebs ein Pyrenoid angiebt, habe ich kein derartiges Gebilde gesehen. Es bleibt also zweifelhaft, ob Klebs eine andere Art vor Augen gehabt hat, oder ob das Vorkommen nicht typisch ist.

Pigmente.

Viele der früheren Angaben über Färbungen bei Peridineen sind revisionsbedürftig, weil die durch Chromatophoren bedingten Farben von den nicht assimilatorischen nicht genügend getrennt wurden. Von letzteren, den nicht assimilatorischen, unterscheidet Bergh zwei habituell verschiedene Färbungen: eine diffuse röthliche Färbung des Protoplasma und rothe Tropfen »wahrscheinlich ätherisches Oel«, die er für Reservestoffe hält.

Klebs bestätigt diese, ebenso Bütschli, der den an rothe Fetttropfen gebundenen Farbstoff für Hämatochrom hält.

a) Im ganzen Plasma vertheilte Pigmente.

Bisweilen, z. B. bei einzelnen Peridinien, Gymnodinien, selten bei *Phalacroma*, findet man den Zellinhalt gleichmässig zart rosa gefärbt[3]). Bisher habe ich nicht ermitteln können, dass der Farbstoff an besonders differenzirte, sehr feine, gleichmässig im Plasma vertheilte Körperchen gebunden ist. Er erschien so diffus im Plasma vertheilt, als ob das Gesammtplasma von dem rothen Farbstoff durchtränkt sei. Die diffuse Rothfärbung ist kein charakteristisches Merkmal der Zellen einer bestimmten Art. Zwar erscheinen einzelne Arten von dem rothen Farbstoff bevorzugt, während ich ihn bei anderen nie fand, aber auch bei den Roth liebenden Arten wechselt der Gehalt an Farbstoff. Bald ist er stark, bald schwach vertreten, bald fehlt er ganz.

b) Lokalisirte Pigmente.

Gewöhnlich ist der rothe Farbstoff, wo er überhaupt vorkommt, an bestimmte Stellen der Zelle gebunden. Bei *Diplopsalis lenticula* ist die rothe Färbung noch recht gleichmässig, aber sie ist nicht mehr durch den ganzen Zellkörper vertheilt, wie bei den vorhin erwähnten Beispielen, sondern nur die äussere Randschicht des Plasmas ist rosa gefärbt[4]). Speciell hierfür differenzirte Träger des Pigmentes habe ich nicht ermittelt.

[1]) F. Schmitz. Die Chromatophoren der Algen, p. 66. A. F. W. Schimper. Untersuchungen über die Chlorophyllkörper in Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Botanik XVI, 1885, p. 74.

[2]) Tafel 21, Fig. $62_{,2-6}$ *Py*.

[3]) Z. B. *Phalacroma operculatum* Stein, Tafel 2, Fig. $10_{,3}$; *Phalacroma porodictyum* Stein, Tafel 2, Fig. $13_{,1}$; *Peridinium divergens*, Tafel 13, Fig. $43_{,21}$.

[4]) Tafel 15, Fig. $50_{,7}$.

Bei *Pouchetia rosea*[1]) fand ich aber den rothen Farbstoff genauer lokalisirt. Hier lagern viele kleine Körnchen oder vielmehr Tröpfchen, wie ihr Verhalten ergiebt, im Ektoplasma, während das eigentliche Grundplasma farblos ist. Beim Verweilen der Zelle unter Deckglas verändern diese Tröpfchen ihre Lage, sie ordnen sich hier und da zu kleinen Perlschnüren an[2]), und verschmelzen auch wohl zu ungleich grossen, verschieden geformten, kleinen Plättchen, ähnlich so, wie dieses früher für die farblosen Fetttröpfchen beschrieben wurde[3]). Diese Plättchen, die bei halbstündiger Behandlung mit Alkohol ihren Farbstoffgehalt nicht abgaben, verloren ihn sogleich bei Aetherzusatz. Da der Farbstoff sich schnell innerhalb der Cystenhaut verbreitet, durch diese aber nur sehr schwer hindurch zu diffundiren vermag, so muss das Farbstoffmolekül sehr gross sein.

Die Art des Auftretens von rothen Fetttropfen und Trauben im Cytoplasma wurde schon unter »Fett« besprochen.

Gelbe Körper.

Nicht selten finden sich in Peridineen, z. B. bei Gymnodinien, *Blepharocysta*, mehr oder minder stark lichtbrechende, mehr oder minder grosse Klumpen[4]) von gelblicher bis brauner Farbe (die aber nicht mit der Farbe der Chromatophoren zu verwechseln ist). Sie sind sehr verschieden geformt, theils kugelig, theils länglich gestreckt, theils keulenförmig oder ganz unregelmässig. Ueber ihre Bedeutung lässt sich zur Zeit nichts Gewisses aussagen. Aehnliche Gebilde sind früher schon öfter beobachtet worden und als Diatominkörper oder Blasen, die mit Diatomin gefüllt sind (Pouchet), oder auch als Nahrungsballen bezeichnet worden. Dass es nicht direkt Chromatophoren sein können, geht aus dem sonstigen Verhalten der Chromatophoren der Peridineen hervor. Es könnten vielleicht Degenerationsprodukte von Chromatophorenmassen sein, doch fehlt auch für diese Annahme der Beweis.

Stigmen.

Ehrenberg, Claparède, Lachmann und Andere gaben das Vorkommen von Augenflecken bei Peridineen an, doch sind die älteren Angaben über diesen Gegenstand unzuverlässig, weil augenscheinlich häufig gewöhnliche rothe Oeltropfen mit Augenflecken verwechselt wurden. Bütschli giebt eine genaue und zuverlässige Beschreibung über das Vorkommen eines Augenflecks bei *Glenodinium cinctum*. Darnach liegt er dicht unter der oberflächlichen Plasmaschicht der Längsfurche und ist eine gekrümmte, dünne, rubinrothe Platte, mit einem hufeisenförmigen Ausschnitt. Diese Platte soll aus zahlreichen Kügelchen oder Körnchen zusammengesetzt sein. Die färbende Masse soll Hämatochrom sein.

Pouchet's frühere Angaben über Augenflecke lassen vermuthen, dass er sie stellenweise mit rothen Oeltropfen verwechselt. Von höchstem Interesse sind aber seine Angaben über Augenflecke von *Gymnodinium Polyphemus*. Das Wesentliche derselben ist die Verbindung des Pigmentkörpers mit einem stark lichtbrechenden Körper. Letzteren nennt er »Cristallin« und die Verbindung beider »Augen«. 1887 unterscheidet er zwei Arten des Auges, eins mit rothem, eins mit schwarzem Pigment. Auf diesen Farbenunterschied gründet er zwei Varietäten: *Gymno-*

---

[1]) Tafel 26, Fig. $92_{,1-3}$.
[2]) Tafel 26, Fig. $92_{,6}$.
[3]) Tafel 26, Fig. $92_{,7-8}$.
[4]) Tafel, 25, Fig. $83_{,1}$ *K*, Fig. $84_{,1}$ *K*, Fig. $86_{,1}$ *K*.

dinium Polyphemus var. *roseum* und var. *nigrum*. 1. Roth (108, 96): Le corps réfringent ou cristallin de l'oeil est claviforme, sa disposition et sa direction sont constantes. Il est placé dans la moitié antérieure de l'être et en même temps tourné vers la partie aborale, c'est-à-dire dans la direction ordinaire du mouvement. La tache pigmentaire est parfaitement limitée, en forme de calotte hémisphérique. enveloppant la petite extrémité du cristallin claviforme. Le pigment oculaire peut faire défaut. 2. Schwarz (108, 97): Le pigment noir est répandu en grains de grosseur inégale et irréguliers dans le cytoplasme. Ces grains semblent refoulés surtout à la périphérie et affectent quelquefois la disposition en zébrures méridiennes d'une régularité frappante. Dans *Gymnodinium spirale* nous avons déjà vu le pigment rouge affecter la même disposition symétrique par rapport à l'axe de l'être. Il semble parfois que le pigment noir avoisine d'une façon élective les gros grains de Diatomine. C'est la même pigment mélanique qui forme l'amas choroïdien. Sur la plupart des individus que nous avons observés, cet amas est irrégulier. On peut toutefois le voir figurant une sorte de calotte hémisphérique coiffant l'extremité du cristallin. et présentant alors la même disposition que le pigment rose dans *Gymn. Polyph.* var. *roseum*. Le cristallin peut être constitué par un seul corps réfringent d'une forme nettement définie comme dans *G. Polyph.* var. *roseum*; mais dans la plupart des cas on voit à la place de celui-la des amas de globes hyalins, sphériques sur leur face libre et en contact par des surfaces planes les uns avec les autres. Il semble donc que l'amas pigmentaire, aussi bien que le cristallin présentent une évolution parallèle.

Das Vorkommen von Stigmen bei Peridineen ist durch Bütschli's Angaben, die auch Schilling bestätigt, ausser Zweifel gestellt. Die Stigmen scheinen auf Süsswasserperidineen der Gattungen *Glenodinium* und *Gymnodinium* beschränkt, wenn wir von den unsicheren und von den besonders zu behandelnden Angaben von Pouchet über *Gymnodinium Polyphemus* Pouchet absehen. Die Angaben von Stigmen bei Ceratien und Peridinien beruhen aller Wahrscheinlichkeit nach auf Verwechselung mit Oelflecken. Ich selbst habe bei marinen Peridineen, ausser bei *Gymnodinium*-ähnlichen Formen, die ich dem Entdecker der Stigmenlinse zu Ehren *Pouchetia* nennen will, keine Stigmen gesehen. Bei den Pouchetien habe ich eine gewisse Mannigfaltigkeit in der Ausbildung des Stigmenapparates gefunden. Ich will sie nach einem nicht wichtigen Unterschied in zwei Gruppen theilen, von denen die erste braunschwarzes, die zweite rothschwarzes Pigment besass. Rothes Pigment habe ich bisher nicht an *Pouchetia*-Stigmen gesehen.

I. Typus. Braunschwarzes Pigment. Die primitivere Form des Apparates fand ich bei *Pouchetia rosea*[1]). Hier fand ich an der hinteren Körperhälfte, in der Nähe des Schnittpunktes von Quer- und Längsfurche, einen schwarzen Körper, der, an der Zelloberfläche gelegen, von oben gesehen etwa kreisförmige Gestalt besass, von der Seite gesehen dagegen langgestreckt elliptisch bis spindelförmig erschien[2]).

Dieser Körper stellt einen mit schwarzer Flüssigkeit gefüllten Hohlraum dar. Bei einigem Verweilen unter Deckglas veränderte der, von glatten, abgerundeten Umrissen begrenzte Diskus seine Form, indem sich an einzelnen Stellen des Umfanges Ausstülpungen bildeten, sodass schliesslich der Hauptkörper des Pigmentfleckes eine Menge amoboid sich ausbreitender und sich verzweigender Ausstülpungen besass[3]) und sich in Folge dessen auf eine weit grössere Fläche ausdehnte als vorher. Dabei blieben die Zweige immer im Ektoplasma, indem sie sich der Oberfläche anschmiegten und niemals nach innen ins Entoplasma hineingingen.

[1]) Tafel 26, Fig. 92.

[2]) Fig. $92_{,2}$.

[3]) Fig. $92_{,9}$, Fig. $92_{,11}$, Fig. $92_{,3}$, Fig. $92_{,10}$.

Die Farbe des Pigmentes war tiefschwarz, an den Rändern in dünner Schicht wurde der Farbenton bräunlich.

Durch kurze Einwirkung von Alkohol wurde der Pigmentkörper nicht verändert, von Aether dagegen wurde der Farbstoff sofort gelöst.

Das Auskriechen des Farbstoffes im Ektoplasma scheint eine gewöhnliche Erscheinung zu sein, da ich bei mehreren Exemplaren verschiedener Species denselben theils auskriechend, theils schon in der strahlig ausgekrochenen Form vorfand, unmittelbar nachdem ich die Zelle unter das Mikroskop gebracht hatte.

Die Stigmen der Flagellaten werden als aus Körnchen bestehend beschrieben, auch Pouchet fand bei seinem besprochenen Auge Körnchen, während die oben beschriebene Pigmentmasse als eine Flüssigkeitsmasse erschien, deren Flüssigkeitscharakter sich auch durch das »Auskriechen« bethätigte.

Linse: Unter dem erwähnten Pigmentfleck, mehr ins Innere der Zelle vorgeschoben, befand sich ein farbloser, stark lichtbrechender Körper, bestehend aus einer geringen Anzahl dicht aneinander gedrängter Kugeln[1]). Darunter liegend fand sich bei einem, aber nicht bei allen Exemplaren ein schmutzig matt gelbbraun gefärbter, unregelmässig geformter Körper[2]) von undefinirbarem morphologischem Charakter, der mit dem Augenapparat nichts zu thun hat.

Bei *Pouchetia compacta* fand ich den schwarzen Pigmentfleck in einem noch weitergehenden Stadium der Zertheilung. Die Zweige hatten sich von der Hauptmasse getrennt, sodass jetzt einzelne, kleine, zerstreute, unregelmässig umgrenzte Pigmentkörperchen über die Körperoberfläche verbreitet waren[3]). Der die Linse vorstellende Körper bestand hier aus einem stark lichtbrechenden Kugelhaufen, der weniger Linsencharakter zeigte als im vorhin beschriebenen Fall.

II. Typus. Rothschwarzes Pigment. Bei *Pouchetia cochlea* war der Pigmentkörper eine vollständige Kugel, die mit einer zweiten kleinen, farblosen, dichten Kugel, der »Linse«, verbunden war. Wie die Form, so war auch der Farbstoff des Pigmentkörpers im Farbenton anders als in den früheren Fällen. Die Pigmentkugel, die bei schwacher Beleuchtung vollkommen schwarz erschien, liess bei intensiverer Beleuchtung in der Mitte braunrothes Licht durchfallen, ein Zeichen, dass das Pigment, wenn es, wie in den vorigen Fällen, ausgekrochen wäre, in dieser dünnen Schicht braunroth hätte erscheinen müssen.

Demselben Pigmenttypus gehören auch die folgenden Pigmentkörper an.

Pouchetia fusus[4]), zeigte den Pigmentkörper annähernd kugelig. Die Kugel war aber an zwei entgegengesetzten Seiten durch zwei anstossende, farblose, stark lichtbrechende Halbkugeln (Linsen) abgeflacht.

In allen bis jetzt besprochenen Fällen war von einem eigentlichen Linsencharakter der stark lichtbrechenden Körper nicht zu sprechen. Die letzte Form zeigte allerdings in ihrer äusseren Gestalt schon Annäherung an eine Linse.

---

[1]) Tafel $92_{,2}$ *Ls*, $92_{,3}$ *Ls*, $92_{,10}$ *Ls*, $92_{,4}$.

[2]) Tafel $26_{,3}$ *K*; Tafel 27.

[3]) Tafel 27, Fig. $97_{,1}$ normal, $97_{,2}$ ausgekrochen.

[4]) Tafel 26, Fig. $94_{,1-2}$.

Einen entschieden linsenartigen Habitus zeigte jedoch der glashelle Körper bei *Pouchetia Juno*[1]) und *Pouchetia Polyphemus*[2]), von denen die eine den sogenannten Augenapparat dem Körper seitlich eingesenkt zeigte, während die andere ihn direkt nach vorn richtete.

Der Pigmentkörper war bei beiden annähernd ellipsoidisch, doch nicht ganz regelmässig, an der Linsengrenze etwas abgeflacht, und liess ebenfalls bei intensivem Licht in der Mitte braunrothe Strahlen hindurchfallen.

Die Linse zeigte aber eigenthümliche Differenzirungen. Sie war nach aussen von einer dünnen, eng und gleichmässig sich anschmiegenden Lage des Plasmas überzogen. Der Linsenkörper *Ls* selbst stellte eine an der dem Pigmentkörper benachbarten Seite abgeflachte Kugel von sehr starkem Lichtbrechungsvermögen und von deutlich erkennbarer konzentrischer Schichtung[3]) dar. Vor dem ganz farblosen Plasma der Zelle zeichnete sie sich ferner durch einen sehr feinen, kaum merklichen gelblichen Schein aus.

Leider konnte ich aus Mangel an Material nicht viele Reaktionen anstellen, um die Beschaffenheit der Linse zu ermitteln. Bemerkenswerth ist aber, dass die Linse bei Einwirkung von Schneider'schem Essigkarmin sich auflöste, während die plasmatische Hautschicht, die sie umgab, erhalten blieb und ebenso auch der darunter liegende Pigmentkörper unverändert blieb. Die Auflösung schritt von aussen nach innen fort, und ist wohl mehr als eine Verquellung der dichten, geschichteten Massen zu verstehen, denn als eine eigentliche Auflösung, da sie mit solcher Volumvergrösserung vor sich ging, dass die umhüllende Plasmahaut gesprengt wurde, wodurch sich der Inhalt ins umgebende Plasma entleeren konnte.

Braune Pigmente.

Chromaten. Bei *Pouchetia Juno* und *Pouchetia compacta* fand ich im Hüllplasma an den verschiedensten Regionen des Körpers, namentlich in unmittelbarer Nähe der Querfurche kleine, dunkelbraune bis braunrothe Stäbchen gelagert, die sich ihrem Aussehen nach den Stigmen der Algensporen wohl parallelisiren liessen, wenn ihre grössere Anzahl und unregelmässige Vertheilung dem nicht widerspräche. Da sie aber doch ganz bestimmte, morphologisch differenzirte Gebilde vorstellen, so will ich sie, um sie von anderen Pigmentkörpern zu trennen, Chromaten nennen, obwohl ich über ihren morphologischen Werth und ihre physiologische Bedeutung noch nichts aussagen kann.

Bedeutung der Stigmen.

Der Stigmenapparat der Gattung *Pouchetia* unterscheidet sich nicht unwesentlich von dem durch Bütschli bekannten von *Glenodinium cinctum* durch weitergehende Differenzirung. Darauf gründet Pouchet einen wesentlichen Unterschied, indem er ihn als »Auge« von den gewöhnlichen Stigmen trennt. Die Kluft zwischen beiden ist aber neuerdings durch

[1]) Tafel 27, Fig. $99_{,1}$.
[2]) Tafel 26, Fig. $96_{,1-2}$.
[3]) Tafel 26, Fig. $96_{,3}$.

den Nachweis überbrückt worden, dass die Stigmata aller Flagellaten nicht so einfach sind, wie man früher annahm, insbesondere, dass das Wesentliche des Pouchet'schen Auges, die Kombination von einem Pigmentkörper mit einem stark lichtbrechenden Körper bei allen Stigmen vorhanden ist[1]). Ein principieller Unterschied zwischen Stigma der Flagellaten und »Auge« von *Pouchetia* existirt jetzt nicht mehr. Man muss also das Stigma der Flagellaten auch als Auge bezeichnen und kann dann den Ausdruck »Stigma« oder »Augenfleck« für das unvollkommene Organ ganz streichen, oder man muss auch den beschriebenen Apparat bei *Pouchetia* als Stigma bezeichnen. Ich stehe keinen Augenblick an, das letztere zu thun, indem ich als Unterschied zwischen »Auge« einerseits und »Stigma« oder Augenfleck andererseits annehme, dass ersteres, das vollkommenere Organ höherer Wesen, mehrzellig ist, zum mindesten aber den Werth einer Zelle besitzen muss, letzteres aber, das unvollkommenere Organ, nur ein besonders differenzirter Theil einer Zelle ist.

Beziehung zwischen Stigma und Lichtempfindlichkeit.

Die Unterscheidung in Stigma und Auge scheint mir umsomehr geboten, als über die Funktion der Stigmen der Flagellaten noch sehr wenig bekannt ist. Noch weniger weiss man über die Funktion des Stigmas bei *Pouchetia*. Ich hatte nicht das nöthige Material, um Experimente über die Lichtempfindlichkeit anzustellen, und von Anderen sind mir ebenfalls keine Versuche bekannt. Man kann aber annehmen, dass sie sich ähnlich so verhalten, wie die ähnlich gebauten Stigmen anderer Mastigophoren. Von diesen sagt Franzé[2]): »Wir können die Frage: welcher Art sind die von den Mastigophoren empfundenen Lichteindrücke, dahin beantworten, dass die Stigmata nicht zum Erkennen der Gegenstände, sondern nur zur Unterscheidung von Licht und Dunkel dienen können, keineswegs nicht einmal eine scharf umschriebene Silhouette des betreffenden Gegenstandes bieten. Farbenempfindung ist in Anbetracht, dass nicht einmal so hoch organisirte Thiere, wie Mollusken zur Farbenperception geeignete Augen haben, jedenfalls ausgeschlossen!

Die Stigmata sollen nur zur Lichtempfindung dienen. Die stark lichtbrechenden Körper sollen das Licht konzentriren und damit auch die Lichtempfindung verstärken. Die Pigmentosa soll lichtabsorbirende und lichtempfindende Schicht sein«.

Wenn auch zugestanden wird, dass der fragliche Apparat bei *Pouchetia* zur Lichtempfindung da ist, so ist er damit noch kein Auge, denn die Fähigkeit, Licht zu empfinden, macht das Eigenthümliche des Auges nicht aus, vielmehr ist sie eine allgemeine Eigenschaft des Plasmas, die, so weit bis jetzt bekannt, nicht an bestimmte Plasmaorgane gebunden ist, denn auch Zellen ohne Stigmen oder ähnliche Lichtperceptionsorgane reagiren gegen das Licht. Für Peridineen kann ich dies direkt durch einen Versuch bestätigen. In einer flachen Schale stellte ich frisch gefangene *Ceratium fusus* ans Fenster. Obwohl sie durch Bewegung der Flüssigkeit gleichmässig vertheilt waren, so fand ich doch nach kurzer Zeit an dem dem Licht

[1]) Rudolf Franzé, Zur Morphologie und Physiologie der Mastigophoren. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 1893, Bd. 56, p. 138—164.

[2]) Cf. p. 154, 162.

zugekehrten Rand viel mehr Ceratien versammelt, als an der entgegengesetzten Seite. Die Fähigkeit der Lichtempfindlichkeit eignet nicht nur stigmenführenden wie stigmenlosen einzelnen Algen, sondern auch Mycetocoen und Pilzen. Selbst die behäuteten, unbeweglichen Zellen der Phanerogamen zeigen bei ihren Wachsthumserscheinungen nicht nur, dass sie das Licht empfinden, sondern dass es sie auch direkt zu Bewegungen reizt. Weitere als unbewusste Reizwirkung wird man aber auch den stigmenführenden Protisten nicht zumuthen. Ein bewusstes Empfinden scheint auch bei einem relativ komplicirten Lichtreizapparat, wie ihn *Pouchetia* zeigt, vollkommen ausgeschlossen. Der Stigmenapparat ist demnach nicht als ausschliesslich lichtempfindendes Organ aufzufassen, sondern nur als Verstärker der ohnehin schon bestehenden Reizwirkung des Lichts auf das Plasma; als Auge könnte man den Apparat auffassen, der eine solche Reizwirkung zum Bewusstsein des Trägers bringt. Die oben gegebene rein morphologische Unterscheidung scheint mir aber praktischer als die zuletzt gegebene.

Bemerkenswerth ist, dass der Lichtreizverstärker, das Stigma, bei den Süsswasserperidineen viel verbreiteter ist, als bei den marinen, und dass er hier hauptsächlich bei chromophyllführenden, assimilirenden Formen vorkommt, bei den marinen aber meist fehlt. Für die assimilirende Zelle ist das Licht viel wichtiger fürs Leben, als bei den saprophytisch lebenden. Das lässt leicht verstehen, warum gerade die chromophyllhaltigen Süsswasserflagellaten Stigmen besitzen. Aber auch die Bevorzugung der Süsswasserformen vor den marinen ist verständlich. Den marinen Formen bietet sich das Licht in gleichmässiger Vertheilung. Wenn die Zelle nur so viel Lichtempfindung besitzt, um sich innerhalb der durchleuchteten Schichten des Wassers zu halten, so findet sie überall genug von dem nöthigen Lebenslicht. Anders bei den Süsswasserformen. In Gräben, Teichen, Pfützen, kurz allen Orten, wo Flagellaten sich aufhalten, ist nicht überall gleicher Lichteinfall. Darum ist ihnen ein Apparat, der ihnen das Aufsuchen stärker beleuchteter Stellen des Mediums erleichtert, von grösserem Nutzen, als den marinen Zellen. Ein Apparat für die Verstärkung des Lichtreizes dient ihnen also als förderndes Mittel im Kampf ums Dasein.

Warum im Gegensatz hierzu gerade bei einer marinen, chromophyllfreien Peridineengattung *(Pouchetia)* der Stigmenapparat zu besonderer Vervollkommnung gelangt, bleibt noch dunkel. Dies kann aber nicht befremden, wenn man bedenkt, dass wir gerade bei diesen Wesen kaum über die gröbsten morphologischen Differenzirungen orientirt sind, dass aber ihr biologisches Verhalten noch vollkommen unbekannt ist.

Schwellbarkeit.

1. Schwellung bei nackten Formen.

Unter gewissen Umständen, namentlich deutlich beim langsamem, nicht durch schnellwirkende Fixirungsmittel beschleunigtem Absterben der Zellen machen sich Kräfte bemerkbar, die dahin wirken, das Volumen der Zelle zu vergrössern. Diesem Ausdehnungsstreben vermögen natürlich nur die nackten Formen ausgiebig zu folgen, und auch diese nur zum Theil, da bei fortschreitender Anschwellung die Hautschicht des Individuums erst gedehnt wird und

schliesslich ähnlich einer wirklichen Haut zerreisst. Als Beispiel möge eine Zelle von *Gymnodinium spirale* Bergh var. *mitra* Schütt dienen, die ich zwecks plasmolytischer Versuche mit einer Salpeterlösung von 20 $^0/_0$ behandelte. Die Zelle verlor dabei ihre natürliche Gestalt[1]), schwoll zu einem unförmlichen Klumpen auf, wobei sie aber hauptsächlich ihren Querdurchmesser vergrösserte, während die Länge wenig verändert wurde. Die Struktur der Oberfläche ging bei dieser starken Schwellung verloren; die umhüllende Hautschicht war stellenweise noch erkennbar, während andere Stellen der Oberfläche frei davon waren. Bei der Schwellung betheiligte sich nicht nur das Cytoplasma, sondern auch der Kern. Anfangs wurde die Kernstruktur, die aus zahlreichen gewundenen Fäden bestand, die im optischen Schnitt als Körnchen erscheinen, deutlicher, dann aber schwoll der Kern fast zum doppelten Durchmesser an, wurde wässeriger, und zugleich verschwand die innere Struktur allmählich.

Da selbst schnellwirkende Fixirungsmittel das Aufschwellen der nackten Zellen nicht vollkommen zu verhindern vermögen, so habe ich bisher noch keinen Weg gefunden, um besonders stark empfindliche *Gymnodinium*-Zellen so zu fixiren, dass man aus der fixirten Zelle sichere Rückschlüsse über die Form der lebenden Zelle machen kann. Wie sich eine nackte Zelle bei Einwirkung starker Osmiumsäure (1—2 $^0/_0$), die momentan tödtet, verhielt, zeigt ein Versuch mit *Gymnodinium cucumis*[2]). Die schmächtige, spindelförmige Zelle schwoll bei Osmiumzusatz sofort so stark auf, dass der Querdurchmesser in der Mitte der hinteren Körperhälfte über das Doppelte der früheren Grösse erlangte. Auch diese Anschwellung war nicht nach allen Richtungen gleich stark, die Länge der Zelle blieb annähernd gleich, während der Querdurchmesser das $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ fache erreichte. Aber auch senkrecht zur Längsaxe sind nicht alle Richtungen der Anschwellung gleichwerthig, einzelne Richtungen dehnen sich weniger aus, andere mehr. Die schwächer ausdehnbaren Richtungen sind schon an der lebenden Zelle durch Längsstreifen kenntlich gemacht, zwischen ihnen quillt die Oberfläche in Gestalt von Längswülsten hervor. Der Grund dieser Ungleichheit dürfte nicht in der Natur des Zellplasmas seinen Grund haben, sondern in der Organisation der Periplasten, der hier eine Zwischenstufe zwischen gewöhnlicher Hautschicht und fester Membran einnimmt, und der in gewissen Längsstreifen durch die angedeuteten Linien geringere Dehnbarkeit besitzt als in den dazwischen liegenden Theilen. Durch Glycerin konnte ich die Schwellung zum Theil wieder rückgängig machen. Die Zelle näherte sich nach dieser Behandlung in ihrer Form wieder dem ursprünglichen Zustand, ohne jedoch die schmächtige Spindelform der lebenden Zelle wieder zu erreichen.

Die Hautschicht erscheint hierbei als eine elastische, faltige Haut, die fähig ist, grossen Volumveränderungen der Zelle zu folgen.

2. Bei gepanzerten Formen.

Auch bei gepanzerten Formen zeigt sich die Schwellbarkeit des Zellkörpers. Wegen der durch die Starrheit des Panzers bedingten Unveränderlichkeit des äusseren Umfangs kann sie

[1]) Tafel 21, Fig. $68_{,1-2}$.
[2]) Tafel 21, Fig. $64_{,2-4}$.

sich aber nicht in der Weise wie bei den nackten Formen äussern. Wenn hier das Volumen sich vergrössern soll, so muss entweder der Panzer gesprengt werden, oder der Zellinhalt muss aus den Oeffnungen des Panzers herausgedrängt werden. Beides kommt vor. In Tafel 14, Fig. $44,_{8}$ und Tafel 14, Fig. $44,_{9\ 12}$ habe ich Zellen gezeichnet, bei denen das Plasma aus der Geisselspalte hervorquillt und hier einen Plasmawulst oder Plasmaklumpen bildet, der alsbald zu einer körnigen Masse gerinnt, die jedoch verquillt.

Bei *Ceratium tripos* erscheint die hervorgequollene Plasmamasse meist an der hintern flachen Seite, nicht, wie man erwarten sollte, an der Geisselspalte, welche auf der Ventralseite am Schnittpunkt von Quer- und Längsfläche liegt[1]), doch ist dies bei Berücksichtigung der Schalenanatomie dieser Form leicht zu verstehen. Da die Längsflügelleisten bei ihr eine fast geschlossene Röhre, die sich erst am hintern Ende öffnet[2]), bilden, so wird das an der Geisselspalte ausgequollene Plasma von dieser Röhre zusammengehalten und erscheint erst am Ende derselben als körnige Masse im umgebenden Wasser.

Dass diese Quellbarkeit resp. Schwellbarkeit des Plasmas nicht in der specifischen Wirkung einzelner, bestimmter Reagentien beruht, geht aus dem Umstand hervor, dass es durch die verschiedensten Ursachen hervorgerufen wird. Sowohl beim freiwilligen Absterben unter Deckglas, wie bei Einwirkung der verschiedensten Reagentien fand ich bei *Ceratium tripos* dies Austreten des Plasmas. Selbst recht gut wirkende Plasmafixirungsmittel vermochten es nicht zu verhindern; so hatten die Zellen von *Ceratium tripos* selbst bei Fixirung mit Flemming'scher Chromosmiumessigmischung meist noch Zeit, einen Theil des Plasmas auszustossen. Nur sehr schnell wirkende Fixirungsmittel vermögen den Plasmaaustritt zu verhindern, aber auch sie müssen so konzentrirt angewandt werden, dass sie das Plasma gewissermassen überraschen. Wenn sie etwas langsamer zur Wirkung kommen, wie dies bei Anwendung schwächerer Lösungen der Fall ist (wenig Fixirungsmittel auf viel Meerwasser mit Peridineen), so tritt noch ein Theil des Plasmas aus. Dieselbe Wirkung wie durch die Chemikalien (Osmiumsäure, Pikrinsäure, Essigsäure, Schwefelsäure in ihren verschiedenen Mischungen u. s. w.) tritt auch bei anderen schädlichen Einflüssen auf die Zelle ein, z. B. Wärme, Sauerstoffmangel, Konzentration des umgebenden Meerwassers u. s. w. Die Zelle reagirt immer mit Quellung des Zellinhalts und Herauspressen eines Theiles desselben.

Das Hervorquellen des Plasmas findet nicht nur an der Geisselspalte, sondern auch am Apex, wenn auch weniger häufig, statt[3]). (Andere Stellen siehe später.)

Nicht bei allen Species ist die Quellbarkeit gleich stark. Besonders empfindlich habe ich einzelne Ceratien gefunden, z. B. *Ceratium tripos,* andere Gattungen, wie z. B. *Peridinium* reagiren weniger heftig, und bei noch anderen, wie den Phalacromaceen und Prorocentraceen habe ich diese Art der Reaktion noch nicht beobachtet. Bei manchen Familien scheint sie die allgemeine Erscheinung beim langsamen Absterben zu sein, bei anderen dagegen tritt das Absterben ohne diese Quellungserscheinung ein.

---

[1]) Tafel 10, Fig. $40,_{2-6}$.

[2]) Tafel 10, Fig. $40,_{12}$ *lFl*, *rFl*.

[3]) Tafel 10, Fig. $40,_{8}$ *p*.

Schwellblasen.

Weiteres Verfolgen des Schwellungsprocesses lässt erkennen, dass die die Schwellung bedingenden Kräfte, zum Theil wenigstens, an ganz bestimmte, kleine Bläschen gebunden sind, die im normal vegetirenden Plasma nicht zur Geltung kommen, bei schädlichen Einwirkungen auf die Zellen aber in Thätigkeit kommen und die Bläschen um das Vielfache ihres eigenen Volumens anschwellen lassen.

1. Schwellblasen innerhalb grösserer Plasmamassen.

a) Im Zellinnern. Am wenigsten deutlich erscheint die Schwellblasenbildung innerhalb des Plasmakörpers, umgeben von anderen verdeckenden Plasmamassen, doch möchte ich aus einigen Beobachtungen auf ihr Vorhandensein schliessen. Bei *Ceratium tripos* kann man bisweilen als Anfangsstadium des vorhin erwähnten Degenerationsprocesses Safträume sich bilden sehen (ob sie frisch entstehen oder aus schon vorhandenen sich umbilden, muss ich noch dahingestellt sein lassen), die sich von den übrigen Safträumen auszeichnen, einerseits durch deutlichere Begrenzung gegen das Grundplasma, andererseits durch einzelne feine Körnchen im Innern, die sich in lebhafter, wimmelnder Bewegung (der sogenannten Molekularbewegung) befinden, während die Mikrosomen im übrigen Plasma in scheinbarer Ruhe verharren. Diese Bewegung, an eng umgrenzten Stellen entstehend, greift allmählich um sich und umfasst immer grösser werdende Komplexe des Zellkörpers. Bald folgt dann auch das Auspressen des Zellinhalts. Auf ähnliche wimmelnde Mikrosomen im ausgepressten Plasma werde ich später noch zu sprechen kommen. Die wimmelnde Bewegung im Zellinnern dauert merkwürdigerweise nur so lange, wie die Zelle noch lebt und hört dann plötzlich auf. (Cf. eine ähnliche Erscheinung später unter »Pusteln«.)

b) Schwellblasen im extracellulären Plasma. Deutlicher als hier im Zellinneren ist das Auftreten solcher Safträume im extracellulären Plasma (cf. später), das ich als biologisch äusserst merkwürdige Erscheinung bei *Podolampas* konstatirte. Bei einigen Formen (*Podolampas bipes*[1]), *Podolampas palmipes*[2]), *Podolampas elegans, Blepharocysta splendor maris*[3]), *Blepharocysta striata)*[4]) tritt unter gewissen Umständen Plasma aus der Zelle hervor. Dieses wird aber nicht, wie vorhin beschrieben, passiv hervorgepresst, sondern es tritt lebend, amöboidal frei beweglich hervor. Im Innern dieser amöboidal beweglichen Plasmamasse entstehen mit dem Ausbreiten derselben vakuolenähnliche Hohlräume[5]), die vorher nicht vorhanden waren, oder höchstens in der Anlage vorhanden sein konnten. Ob diese Vakuolen morphologisch mit den typischen Schwellblasen, die wir gleich kennen lernen werden, identisch sind, vermag ich namentlich darum noch nicht sicher zu behaupten, weil ich in ihnen bisher noch keine

---

[1]) Tafel 19, Fig. $56_{,14-21}$.

[2]) Tafel 18, Fig. $58_{,1,\,7,\,8}$.

[3]) Tafel 20, Fig. $61_{,3}$*A*.

[4]) Tafel 20, Fig. $59_{,8-10}$.

[5]) *V* in Tafel 19, Fig. $56_{,13}$, Fig. $56_{,15}$, Fig. $56_{,21}$.

differenzirte Wand wahrgenommen habe, während die typischen Schwellblasen von einer, wenn auch dünnen, Plasmawand umgeben sind.

2. Schwellblasen frei im Wasser.

Typische Schwellblasen am Ende amöboidaler Fäden. Ein typisches Bild der Schwellblasen kann man hin und wieder an dem extramembranösen Plasma von *Podolampas bipes* Stein gewahren, wenn dieses amöboidal kriechend sich verzweigt und dabei fein endigende Fäden aussendet. An den Enden dieser Fäden entstehen hin und wieder kleine, kugelförmige, substanzarme Bläschen, mit dünner Plasmahaut, die zu grossen Vakuolen anschwellen und schliesslich platzen und zerfliessen[1]).

Schwellblasen an Geisseln. Das blasenförmige Aufschwellen einzelner, eng umgrenzter Plasmatheile zu mehr oder minder grossen kugeligen Flüssigkeitshohlräumen ist darum eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung bei den Peridineenzellen, weil sie interessante Rückschlüsse auf die Konstitution des Plasmakörpers zulässt. Sie ist weit verbreitet und tritt in verschiedener Form bei verschiedenen Plasmatheilen auf. Eins ihrer interessantesten Vorkommen ist ihr Auftreten an den Geisseln, dem normal extramembranösen Plasmatheil der Peridineenzelle.

Im völlig normalen, lebenskräftigen Zustande sind die Geisseln dünne, glatte, cylindrische Plasmafäden, die im inneren Plasma entspringend, durch die Geisselspalte nach aussen hervortreten und in die Quer- und Längsfurche, mehr oder minder von den Furchenflügelleisten geschützt, schwingen. (Cf. *l G* und *q G* in Tafel 1—27.)

Die Geisseln erkranken leicht. Häufig schon durch das Fangen der Zellen und das Uebertragen aus dem Meer in die ungünstigeren Kulturbedingungen der Glasgefässe erkranken sie und kommen dann in Ruhe, oder werden auch ganz abgeworfen. Weniger empfindliche Formen behalten in Kultur in grösseren Glasgefässen die Geisseln längere Zeit, verlieren sie aber kurze Zeit nach dem Uebertragen der Zelle auf den Objektträger. Die Folge dieser Empfindlichkeit ist, dass man die Peridineenzellen sehr häufig bewegungslos oder ganz ohne Geisseln auffindet.

Das Erkranken und Abwerfen der Geisseln geht häufig mit Schwellblasenbildung vor sich. Die einfachste Form dieses Processes zeigt Tafel 20, Fig. $61_{,17}$, wo eine Zelle von *Blepharocysta splendor maris* Ehr., von der nur ein Fragment gezeichnet ist, die Längsfurchengeissel zwar noch besitzt, diese aber am Ende zu einem kleinen, kugeligen Bläschen aufgeschwollen ist. Nicht selten entstehen gleichzeitig an verschiedenen Stellen der Geissel kleinere Bläschen, sodass sie mit ihren Schwellbläschen wie eine Perlenschnur mit grossen und kleinen Perlen aussieht (cf. *Prorocentrum gracile,* Tafel 1, Fig. $3_{,1-4}$ *G*). Die Schnur erscheint bisweilen geknickt, die Bläschen treten dann mit Vorliebe an den Knickstellen auf, sodass man versucht sein könnte, die Geissel für einen turgescenten Schlauch zu halten, der beim Knicken verletzt wurde und nun an den Bruchstellen durch die von innen pressende Flüssigkeit aufgeblasen wurde (Tafel 13, Fig. $44_{,19}$ *G*). Tafel 1, Fig. $3_{,1-4}$ zeigt eine Geissel mit mehreren grösseren Schwellblasen, die sich schliesslich zu einer grösseren Blase vereinigen. Eine sehr dichte Besetzung einer Geissel mit alternirenden Schwellblasen zeigt Tafel 18, Fig. $55_{,4}$. Der Fall ist

[1]) Tafel 19, Fig. $56_{,21}$ *Sch.*

darum interessant, weil er zeigt, dass bei der Schwellblasenbildung nicht immer ein der Grösse der Blase entsprechender Theil der Geissel verquillt, sondern ein ganz kleiner Fleck derselben, während die dazwischen liegenden Theile unverändert bleiben. Bei zahlreichen Blasen ist darum der Durchmesser der Blasen grösser als die Länge der Geissel, und sie müssen, um Platz zu erhalten, sich schon alternirend anordnen oder eine Art Traube bilden.

Die bisher erwähnten Beispiele betrafen Längsfurchengeisseln. Tafel 15, Fig. $48,_{1-2}\, q\, G$ und Tafel 15, Fig. $50,_{5-6}\, q\, G$ zeigen Querfurchengeisseln, die ebenfalls die Schwellblasenbildung der allgemeinen Verquellung vorhergehen lassen.

Schwellung mit Kraftentfaltung.

Sprengung der Hautschicht. Die Schwellung und die Entwicklung der Schwellblasen ist mitunter mit einer sichtbaren Kraftentfaltung verbunden. Tafel 8, Fig. $33,_{10}$ zeigt eine Spore von *Gonyaulax,* bei der durch Wasserverdünnung der Schwellungsprocess eingeleitet war. Die dünne Sporenhaut (Periplast) leistete jedoch dem Aufschwellen Widerstand, dabei musste sich ein ziemlicher Spannungszustand entwickelt haben, denn plötzlich wurde der Periplast an einer Stelle durchbrochen und aus dem kleinen Loch *o* wurde ein Theil des Plasmas mit Chromatophoren und anderen Einschlüssen im Strahl herausgespritzt. Dass diese Quellung und Spannung in der wirklich lebenden, wenn auch kranken Zelle stattfand, zeigte das Verhalten der Chromatophoren, die innerhalb der Zelle noch einige Zeit ihre normale braune Farbe beibehielten, und erst nach dem etwa eine Viertelstunde später erfolgten Tode der Zelle die grünlichgelbe Todtenfarbe, welche die herausgespritzten Chromatophoren sofort bei der Berührung mit dem umgebenden Wasser zeigten, annahmen. Das herausgespritzte Protoplasma verquoll sofort zu einer sehr wässerigen, körnerreichen Gallertmasse. In dieser zeigten sich als besondere Eigenthümlichkeit vollständig freie Schwellblasen, kleine, plasmatische Bläschen *s*, anfangs kleiner als die Oeffnung der Hautschicht, durch die das Plasma herausgespritzt war, die dann aber schnell unter beträchtlicher Wasseraufnahme zu grossen, von einem äusserst dünnen, homogenen, glasartigen Häutchen umspannten Blasen anschwollen, die schliesslich platzten.

Das Entstehen dieser Schwellblasen mit der grossen Schwellbarkeit des Plasmas in Zusammenhang zu bringen, liegt nahe. Die Bläschen haben augenscheinlich grosses Bestreben, Wasser aufzunehmen. Woher dies kommt, ob sie eine osmotisch stark wirkende Flüssigkeit enthalten, welche bei Berührung mit Wasser durch Endosmose so viel Wasser aufnehmen, oder ob dem feinen Plasmahäutchen die aktive Fähigkeit zukommt, das Wasser ins Innere hinein zu filtriren, das muss ich noch dahingestellt sein lassen. Das erstere klingt plausibler, doch ist auch dies nicht ohne Schwierigkeit anzunehmen, weil die Volumenzunahme zu bedeutend ist und in zu geringer Zeit vor sich geht. Der Bläscheninhalt müsste dann ein ganz bedeutendes osmotisches Uebergewicht über das umgebende Meerwasser besitzen, um diese schnelle Zunahme zu erklären, denn der Inhalt der Bläschen wird in einer kaum nach Minuten zählenden Zeit auf mehr als das tausendfache angeschwollen sein.

Wenn solche mit so hohen osmotischen Kräften ausgestattete Bläschen schon vorher im Plasma der Zelle existirten, so würden sie zur Erklärung des Turgors der Zelle genügen.

Es fragt sich aber, warum sie nicht in der normal vegetirenden Zelle ebenso stark wirken, wie in der erkrankten, denn nur bei der erkrankten Zelle ist die bis zur Sprengung gesteigerte Spannung der Oberfläche konstatirt. Es liegt die Vermuthung nahe, dass die Produktion der osmotisch stark wirkenden Körper, resp. die Ausscheidung derselben in die Blasenhöhlung von Seiten des Plasmas ein krankhafter Stoffwechselvorgang ist, und dass darum bei normalem Stoffwechsel die Triebkraft zur Schwellung nicht vorhanden ist. Eine Schwierigkeit, die damit noch nicht gelöst ist, liegt aber immer noch darin, dass die Wirkung so schnell vor sich geht und so übermässig gross ist.

Es fragt sich weiter, welche morphologische Rolle spielen die Schwellblasen im Plasma, bestehen sie überhaupt, resp. in welchem Zustande bestehen sie in der normalen Zelle? Meine erste Vermuthung war die, sie für morphologisch umgebildete Theile des früher geschilderten Pusulenapparates zu halten, nämlich für die im reducirten Zustande im Plasma vertheilten Bläschen, die ich in meiner vorläufigen Mittheilung [1]) »Nebenvakuolen« genannt habe. Sie sollten darnach Theile eines morphologisch hochdifferenzirten Zellapparates von bestimmter Form und Entwicklung sein. Diese Flüssigkeitsräume, die von einer differenzirten, feinen Plasmamembran umgeben sind, sollten im normalen Plasma so klein sein, dass sie von anderen körnigen Einschlüssen nicht zu unterscheiden wären, in gewissen Entwicklungszeiten eine normale Vergrösserung erfahren, in krankhaftem Zustande aber eine anomale Volumenzunahme erleiden.

Diese Annahme würde eine ganz gute Erklärung, sowohl der Schwellblasen wie der »Nebenvakuolen« im Ruhezustande geben, sie stösst aber auf eine Schwierigkeit, die in der Beobachtung begründet ist, dass auch an den Geisseln, wie oben beschrieben, und an der extramembranösen Plasmahautschicht, wie später beschrieben werden wird (cf. Pusteln, p. 124), kleine Schwellbläschen auftreten. Zwischen diesen Bläschen der extramembranösen Plasmatheile und den oben erwähnten, aus dem Innern stammenden Schwellblasen, vermag ich bisher keinen morphologischen und physiologischen Unterschied anzugeben. Bei ersteren aber, den Geisselblasen, ist die Annahme der Entstehung aus »Nebenpusulen« ausgeschlossen. Wenn die typischen Schwellblasen mit den Geisselblasen morphologisch gleichwerthig sind, was allerdings noch nicht fest steht, so würde die Erklärung der Schwellblasen aus den Nebenpusulen hinfällig.

Bei Annahme der Gleichwerthigkeit der beiden erwähnten Blasenarten liesse sich eine Erklärung ihrer Entstehung vielleicht auf Grund der Bütschli'schen Schaumtheorie geben.

Nach Bütschli besteht das Plasma aus zwei Flüssigkeiten, von denen die eine wabenförmig miteinander verbundene Lamellen bildet, die in ihren Hohlräumen die andere Flüssigkeit einschliesst, wie im Bierschaum die Bierlamellen die Kohlensäure umschliessen. Sehen wir hier von der Annahme des reinen Flüssigkeitscharakters der Lamellen (cf. später) ab und nehmen wir an, dass diese Lamellen aus der Plasmagrundsubstanz gebildet werden, in ihren Hohlräumen die Saftflüssigkeit des Plasmas umschliessen und in diese ihre Stoffwechselprodukte ausscheiden, so erscheint es nicht mehr schwer, das Aufschwellen einzelner oder aller Waben unter gewissen Bedingungen, unter denen das Plasma osmotisch stärker wirkende Körper in die Lösung der

[1]) F. Schütt, Ueber die Organisationsverhältnisse des Plasmaleibes der Peridineen. Sitzungsberichte der K. preussischen Akademie d. W. 1892, p. 377.

Flüssigkeitsräume ausscheidet, zu erklären. Dieses Aufschwellen wäre dann nicht nur (wie bei dem vorhin erwähnten Erklärungsversuch) innerhalb des Plasmaleibes, wo die Nebenpusulen vorkommen, möglich, sondern auch im sehr dünnen und vollkommen gleichmässigen extramembranösen Plasma, denn überall da, wo Schaumblasen existiren, könnten auch Schwellblasen entstehen, und da sowohl die extramembranöse Wandschicht wie die Geisseln als aus solchen Schaumblasen bestehend angenommen werden müssen, so muss auch die Möglichkeit des Auftretens der Blasen in ihnen zugegeben werden.

Dieser Erklärungsversuch hat naturgemäss recht hypothetischen Charakter, die Frage bedarf darum noch weiteren Studiums, ich konnte hier nur mehr auf die Probleme aufmerksam machen, als sie lösen, behalte mir aber vor, später bei Besprechung weiterer morphologischer Beobachtungen noch einmal darauf zurückzukommen.

Schwelldruck im Innern des Zellkörpers.

Tafel 13, Fig. $43_{,21}$ zeigt eine Zelle von *Peridinium divergens* mit rothen, maulbeerartig vereinigten Fetttropfen. Bei Behandlung mit Schneider'schem Essigkarmin zwecks Fixirung und Kernfärbung, zeigte diese Fettbeere ein eigenthümliches Verhalten, welches mir etwas zur Erklärung der Plasmastruktur beizutragen scheint. Dass eine Quellung bei Einwirkung des Reagenzmittels, und damit ein Druck auf die Plasmatheile ausgeübt wird, scheint nicht verwunderlich, aber die Wirkung äusserte sich hier in ganz besonderer Weise. Die Fettbeere lag in der Nähe eines Flüssigkeitsraumes. Ob dies Vakuole oder Pusule war, kann ich nicht sicher angeben, da ich zur Zeit der Beobachtung den Unterschied zwischen Pusulen und Vakuolen noch nicht machte, ich bin aber der Meinung, dass es wohl eine Pusule gewesen sein muss. Bei beginnender Einwirkung der Essigsäure wurde von dem flüssigen Inhalt der Fetttraube die Wand der Pusule durchbrochen, und das Fett wurde in den Pusulenhohlraum hineingetrieben, während der ursprünglich vom Fett eingenommene Raum als eine mit wässeriger Flüssigkeit gefüllte Höhlung mit scharf begrenzter Wand im Plasma zurückblieb [1]).

Dieses Verhalten kann ich mir nur in der Weise erklären, dass beim Erkranken der Zelle die vorhin erwähnte Quellbarkeit zur Wirkung gekommen sei, eine allgemeine Aufquellung des Panzers kann jedoch nicht eingetreten sein, weil die vom Fett eingenommene Höhlung erhalten blieb. Der Druck, der das Fett aus dieser Höhlung austrieb, kann also nur durch Flüssigkeit, die neben dem Fett in diese Höhlung hinein ausgeschieden wurde, ausgeübt worden sein. Dieses kann so geschehen, dass entweder die ganze Plasmaumhüllungsschicht der Fetttraube (cf. später unter Plastiden) als eine einzige Schwellblase fungirte, oder aber, dass aus Theilen der Wandschicht sich eine oder mehrere Schwellblasen bildeten. Ersteres würde einen Funktionswechsel der Wandschicht bedingen, indem dieselbe Schicht, die vorher Fett ausschied, jetzt Flüssigkeit absondern sollte, letzteres ist leichter erklärlich, wenn die Bütschli'sche Annahme des wabenförmigen Baues des Plasmas richtig ist, indem dann nur angenommen zu werden braucht, dass einzelne Waben der Wandschicht durch stärkere Wasserausscheidung sich zu Schwellblasen umbildeten.

[1]) Tafel 13, Fig. $43_{,25}$.

Der Druck, den diese Blasen ausüben, brauchte dabei nicht sehr gross zu sein, um die Durchbrechung der Pusulenmembran zu erklären, denn letztere steht, wie oben gezeigt ist, mit dem umgebenden Wasser durch einen Kanal in direkter Kommunikation, also unter dem äussern Druck. Jede Steigerung des Druckes im Zellinnern kommt darum als Ueberdruck auf die Wand der Pusule zur Wirkung.

Sprengung des Panzers.

Dass der Druck bei der Schwellung ganz beträchtliche Dimensionen annehmen kann, geht daraus hervor, dass der aus mehreren Platten zusammengesetzte Panzer an den Näthen dadurch nicht selten aus den Fugen gesprengt wird. Einzelne Arten zeichnen sich durch besondere Neigung zur Sprengung durch Schwellung aus. *Steiniella fragilis* [1]) ist eine Art, bei der die Sprengung des Panzers beim Absterben so regelmässig eintritt, dass es schwer ist, die Zelle in ihrem natürlichen Zusammenhang zu fixiren.

Dabei ist die Sprengung des Panzers, wie sie Tafel 6, Fig. 26 zeigt, nicht mit der partiellen Sprengung des Panzers bei der Sporenbildung zusammenzuwerfen. Dieser ist ein normaler, durch Gallertausscheidung an der Zelloberfläche bedingter Vorgang, während jener ein krankhafter, durch anomale Wasseraufnahme des Plasmaleibes bedingter Zustand ist.

Schaumbildung. Die erwähnte leicht sprengbare *Steiniella fragilis* (Tafel 6, Fig. 26) zeigte noch eine andere für die Auffassung des Plasmabaues interessante Erscheinung. In Fig. $26,_{12}$ ist eine Zelle dieser Art skizzirt, die durch Wasserverdünnung zum Schwellen gebracht wurde. Der Panzer wurde gesprengt und das Plasma quoll zum grossen Theil aus der Oeffnung hervor, indem es gleichzeitig zum lockeren, grossblasigen Schaum aufschwoll. Dieser Schaum ist nicht mit dem viel feineren Bütschli'schen Plasmaschaum zu verwechseln. Die die einzelnen Blasen trennenden Wandlamellen waren noch dick genug, um aus einer oder mehreren Lagen Bütschli'schen Schaums zu bestehen. Die besonders geformten Plasmatheile, Kern, Chromatophoren etc., sind in stark verquollenem Zustande in diesen Schleim eingebettet [2]).

Aus welchen Theilen des Plasmas stammt dieser Schaum? Ein vergleichender Blick auf Tafel 22, Fig. $72,_5$ und Tafel 6, Fig. $26,_{12}$ lehrt eine auffallende Aehnlichkeit im Habitus der beiden Bildungen. Es ist darnach nicht unwahrscheinlich, dass der Schaum aus den normalen Vakuolen durch abnorme Wasseraufnahme entstanden sei.

Die Blasen bilden Polygone, wie es beim Schaum zu erwarten ist. Einzelne Randblasen zeichnen sich so durch eine besondere Grössenzunahme aus [3]), dass man wohl jeder einzelnen Blase eine gewisse Selbständigkeit, die sie befähigt, einen anderen Schwellungszustand anzunehmen wie die anderen, zuschreiben muss. Dies ist wohl nicht anders erklärlich, als dass jede Blase ihre eigene, selbständig funktionirende Membranschicht, eine Art Vakuolenhaut,

[1]) Tafel 6, Fig. 26.

[2]) Von diesen wurde in der Zeichnung nur der Kern angedeutet.

[3]) Tafel 6, Fig. $26,_{12-13}$.

welche die Wasserausscheidung regulirt, besitzt, denn wenn die Blasen nur Lücken in einer Flüssigkeit wären, die von der Plasmaschicht auseinander gehalten würden, indem die fremde Lamelle beiden benachbarten Blasen gleichmässig angehörte, so würden sich nicht einzelne Blasen durch ein so exceptionelles Wachsthum, wie die Abbildung zeigt, auszeichnen können.

Die Aehnlichkeit im Verhalten dieser exceptionellen Randblasen mit den oben beschriebenen Schwellblasen liegt auf der Hand, andererseits fällt die Aehnlichkeit dieser Schaumblasen mit den Vakuolen auf. Die Schaumblasen vermitteln darum zwischen den Vakuolen und Schwellblasen, deren Entstehung vorhin noch unentschieden gelassen werden musste. Wenn diese drei Bildungen genetisch in der Weise zusammengehören, dass dasselbe Bläschen im ruhenden Zustande nicht oder wenig gefüllt als eins von den Körnern im Protoplasma erscheint, in normalem Füllungszustand die Vakuolen, anomal gefüllt die Schwellblasen resp. Schaumblasen geben, dann ist aber die Beziehung zu den Geisselbläschen und zu den Pusteln der extramembranösen Hautschicht (cf. später) nicht möglich, und letztere verlangen allein eine andere Erklärung.

Anhangsweise will ich hier noch zwei weitere Reaktionswirkungen des Plasmas erwähnen. Tafel 21, Fig. $64_{,7}$ zeigt den optischen Durchschnitt eines Plasmatheils von einem mit Osmiumsäure fixirten *Gymnodinium cucumis*. Das darin enthaltene scheinbare Vakuolenbild ist nicht mit den beschriebenen echten Vakuolenbildern zusammen zu werfen, vielmehr halte ich es für Wirkung des Reagenz [1]).

Eine noch auffälligere Reaktion veranschaulicht Tafel 6, Fig. $26_{,14}$. Nach Einwirkung von chlorsaurem Kali zeigten sich eigenthümliche Fadenbildungen im Plasmakörper der gesprengten Zelle. Es ist dies eine vereinzelte Beobachtung, die ich nicht weiter verfolgt habe und darum nur kurz erwähne.

Explosion.

Eine lokale, explosionsartige Quellungserscheinung zeigt *Gymnodinium teredo* Pouchet, dessen Querfurche so weit nach hinten verschoben ist, dass der postäquatoriale Körperabschnitt zu einem kopfähnlichen Anhängsel reducirt ist. Die Zelle [2]), die sich bis dahin lebhaft und gleichmässig bewegte, wird oft schon wenige Augenblicke, nachdem sie unter Deckglas gebracht ist, unruhig. Sie macht zuckende Bewegungen, und plötzlich wird der postäquatoriale, kopfähnliche Körpertheil explosionsähnlich abgesprengt und zerfliesst zu einer körnig diffusen Masse. Die Kraft der Explosion ist dabei so gross, dass der unversehrte Prääquatorialtheil durch den Rückstoss eine ganze Strecke in einem Ruck fortgeschleudert wird, wobei er einen Schweif von degenerirtem Plasma hinter sich herzieht. Die Wunde schliesst sich dann meist wieder, indem sich das abgerissene Körperende an der Rissstelle abrundet.

Das Plasma der erhaltenen Zellhälfte zeigt wunderbarerweise noch einen ganz normalen Habitus, ja selbst die so sehr empfindlichen Chromatophoren erscheinen in Form, Lage und Farbe noch normal. Auch macht dieser erhaltene Zellrest dann und wann noch ruck-

[1]) Cf. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung, p. 51.

[2]) Tafel 23, Fig. $74_{,1}$ zeigt ein Exemplar normal vegetirend, Tafel 23, Fig. $74_{,3-4}$ ein zweites, Tafel 23, Fig. $74_{,6-9}$ zeigt die Explosion genannte Veränderung an einer dritten Zelle.

weise Bewegungen. Mit Hilfe welches Apparates dieses geschieht, habe ich nicht ermitteln können. Geisseln waren nach der Explosion nicht mehr sichtbar.

Dieser Zustand der relativen Ruhe dauert nur wenige Augenblicke. In kurzer Zeit geht auch der vordere Körpertheil explosionsartig zu Grunde, wobei wie beim ersten Theil des Processes das hintere Ende der Zelle sich öffnet und das Plasma herauspresst. Dieser Theil des Processes geht jedoch meist mit geringerer Kraft und in Folge dessen auch mit geringerer Geschwindigkeit vor sich, sodass man bisweilen ganz gut verfolgen kann, wie der Degenerationsprocess hinten beginnt und gleichmässig nach vorn vorschreitet, wobei der degenerirte Theil von dem gut erhaltenen so scharf getrennt bleiben kann, dass in einem Stadium, wo zwei Drittel der Zelle schon vollkommen zerflossen sind, das letzte Drittel noch normal ausaussieht. Bisweilen entsteht in dem Fortschreiten der Degeneration ein kurzer Aufenthalt, um nach wenigen Momenten wieder von Neuem einzusetzen.

Dieses Verhalten des Plasmas ist um so eigenartiger, als es von allen Peridineen, die ich untersuchte, nur bei *Gymnodinium teredo,* aber bei dieser einen Form auch typisch bei allen Individuen der Art auftrat. Gewöhnlich kann man den Degenerationsprocess der Peridineenzelle langsam, Stück für Stück verfolgen; man sieht Ekto- und Entoplasma, Fettkörper, Chromatophoren und Vakuolen langsam eins nach dem anderen erkranken und absterben, während es hier bis unmittelbar vor der Explosion in seinem Plasmakörper ein ganz normales Aussehen zeigt. Es muss hier in irgend einem Zellorgan (den Schwellblasen?) eine latente Kraft aufgespeichert sein, die unter bestimmten äusseren Verhältnissen mit einem Ruck ausgelöst wird und die Zelle zersprengt.

Besonders interessant ist dabei der ungleiche Widerstand der Hautschicht, indem diese am Hinterende stets zuerst gesprengt wird, worauf dann der Auflösungsprocess gleichmässig nach vorn fortschreitet.

Sobald die Zelle gesprengt ist, ist das ganze Plasma sammt seinen Organen (Chromatophoren etc.) sofort vollkommen degenerirt. Nur der Kern zeigt eine etwas grössere Widerstandsfähigkeit, indem seine Kernfäden sich etwas länger deutlich erhalten als das übrige Plasma. Er scheint hier, wie überhaupt bei allen Peridineen, vielleicht das widerstandsfähigste Organ des Zellleibes zu sein.

Volumverminderung.

Den direkten Gegensatz zu der besprochenen Erscheinung der Schwellung des Plasmakörpers bildet die als Plasmolyse bezeichnete, durch Wasserabgabe der Flüssigkeitsräume bewirkte Verkleinerung und dadurch bedingte Loslösung des Plasmakörpers von der Zellwand.

Entwicklungsplasmolyse. Eine Volumverminderung findet normalerweise bei gewissen entwicklungsgeschichtlichen Zuständen statt. So wird die Sporenbildung durch eine Kondensation des Plasmakörpers eingeleitet, sodass dieser, umgeben von den gleichzeitig ausgeschiedenen, gallertartig wasserreichen Sporenhäuten, in seinen Hüllen schwimmt, ähnlich wie ein Eidotter im Eiweiss [1]).

[1]) Beispiele solcher entwicklungsgeschichtlichen Plasmolyse Tafel 13, Fig. $43._{13}$, $43._{18}$, $43._{19}$. $44._{3}$. $44._{4}$; Tafel 14, Fig. $45,_{4\ 5}$, $46,_{1}$, $47,_{1\ 3}$; Tafel 17, Fig. $51,_{1}$ etc.

Reaktionsplasmolyse. Das Wort Plasmolyse wird mehr für die künstlich durch Einwirkung von Reagentien hervorgerufene Erscheinung der Plasmaloslösung von der Membran, als für diese entwicklungsgeschichtlichen Zustände, die ihr äusserlich gleichen, verwendet.

Wir haben die Plasmolysirbarkeit der Zelle als einen rein mechanischen Process aufzufassen, der sich ohne Einwirkung der Lebensäusserungen des Plasmas abspielt und nur von den Gesetzen der Osmose abhängt. Dies findet natürlich nur innerhalb der Grenzen der Reaktionswirkung statt, die das Plasma ohne eigene Gegenreaktion ertragen kann. So reagirt bekanntlich der Plasmakörper der *Tradescantia*-Haare auf Salpeterlösung durch Plasmolyse ebenso wie eine unorganische Niederschlagsmembran. Bei zu plötzlicher Einwirkung erleidet jedoch die Lebensfähigkeit des Plasmaschlauchs Schaden; er stirbt ab und nun reagirt die Zelle auf Konzentrationsänderungen nicht mehr durch Volumänderung. Die Grenzen der unschädlichen Reagenzeinwirkung scheinen bei den Peridineen sehr eng zu liegen, entsprechend der grossen Empfindlichkeit des Peridineenplasmas auf schädliche Einflüsse von aussen. Das Peridineenplasma reagirt schon auf geringe Reaktionseinwirkungen verschiedenster Art, z. B. geringe Konzentrationsänderungen des umgebenden Mediums durch Schwellblasenbildung und Aufquellung verschiedener Theile des Plasmas.

Da diese Reaktion empfindlicher ist und schneller wirkt als die einfache plasmolytisch-osmotische Wirkung der konzentrirteren Lösung, so erhalten wir bei schnellerer Konzentrationssteigerung des Mediums nicht dies gewohnte plasmolytische Bild, sondern die Zelle dehnt sich schon vorher aus, bevor die durch die Osmose in Wirkung tretende Saftraumverkleinerung zur Geltung kommen kann, und stirbt dann ab. Dies erklärt, warum die bei Pflanzenzellen gewohnte Wirkung stark konzentrirter Lösungen bei den Peridineenzellen nicht eintritt.

Die Ausdehnung durch Schwellblasenbildung und die Volumenveränderung durch Plasmolyse sind als zwei kategorisch verschiedene, nach entgegengesetzter Richtung sich äussernde Processe aufzufassen. Der erstere ist eine specifisch plasmatische Wirkung, ein Krankheitssymptom des lebenden Plasmas, der andere ist ein rein mechanischer Process, der mit den Lebensvorgängen des Plasmas nichts zu thun hat und nur abhängt von der Konzentration des Zellsafts, der Konzentration des umgebenden Wassers und den mechanischen Qualitäten des Plasmaschlauchs, wie Dicke, Dichte u. s. w. Ob es nicht möglich sein wird, Reagentien aufzufinden, welche gegen den Gesundheitszustand des Plasmas so indifferent sind, dass sie keine Schwellung bewirken, und die dennoch durch ihre Konzentrationsdifferenz osmotisch so stark wirken, dass das typische Bild der Plasmolyse zu Stande kommt, muss ich einstweilen noch dahingestellt sein lassen.

Reizplasmolyse. Dass überhaupt Plasmolyse, wenn auch mit anderen Mitteln, erreicht werden kann, kann ich jedoch bestätigen, denn abgesehen von den entwicklungsgeschichtlichen Veränderungen bei der Sporenbildung habe ich mehrfach Plasmolyse als Folge eines noch unaufgeklärten Reizzustandes beobachtet. Tafel 1, Fig, 1_5 zeigt als Beispiel eine Zelle in freiwilliger Plasmolyse, unmittelbar nachdem sie auf den Objektträger gebracht war. Durch Zusatz von Süsswasser wurde die Plasmolyse sofort aufgehoben, der Zellinhalt füllte den Panzer wieder vollständig aus, starb aber dann sofort ab. Die mechanische Erklärung dieses Vorganges

steht noch aus. Konzentrationssteigerung des umgebenden Mediums, die sie hätte veranlassen können, war ausgeschlossen, sie ist also wohl als Reizwirkung aufzufassen.

Das Eintreten von Plasmolyse in Folge einer noch unbekannten Reizwirkung steht jedoch nicht vereinzelt da, auch bei anderen einzelligen Algen habe ich sie beobachtet, und zwar so häufig, dass mir die Planktonpflanzen ganz allgemein eine gewisse Neigung zur Reizplasmolyse zu besitzen scheinen.

Sehr schön habe ich die Reizplasmolyse bei Diatomeen beobachten können. Auch bei *Dinodendron* sah ich dieselbe.

Schrumpfung. Die Plasmolyse ist eine Reaktionswirkung der lebenden Zelle, davon principiell zu unterscheiden ist die Schrumpfung, die der todte Zellkörper oder einzelne Theile desselben als Reaktionswirkung sehr leicht erleiden. Besonders leicht schrumpft der Kern. Tafel 21, Fig. $64_{,1}$ zeigt als Beispiel eine Zelle von *Gymnodinium cucumis*, die als Ganzes durch Osmiumwirkung geschwollen ist, während die Kernhöhle von dem bei der gleichen Behandlung geschrumpften Kern nur noch zum Theil ausgefüllt ist. Beim Konserviren schrumpft gewöhnlich der ganze Plasmakörper und zieht sich dabei als kompaktere Masse von dem Panzer zurück.

Extramembranöses Plasma.

1. Geisseln.

Bis 1884 galt allgemein die Annahme, dass die Peridineen mit einer Längsgeissel und einem quergelagerten Cilienkranz ausgestattet seien. Letzteres wurde durch Klebs als irrthümlich nachgewiesen und statt des Cilienkranzes eine zweite schwingende Geissel aufgefunden. Seit dem Erscheinen von Klebs und Bütschli's Arbeit ist nichts wesentlich Neues bezüglich der Geisseln hinzugekommen. Bütschli behandelt in seinem zusammenfassenden Werk die Litteratur so ausführlich, dass ich darauf verweisen kann, um mich direkt zu meinen eigenen Beobachtungen zu wenden.

Form und Verlauf der Geisseln.

Die Längsgeissel erscheint als feiner, langer Faden. Besondere Struktureigenthümlichkeiten habe ich an gesunden Geisseln nicht wahrgenommen.

Die Form der Quergeissel ist verschieden. In den meisten Fällen erschien sie im normal lebenden Zustande als einfacher Faden. Die Ausnahmen davon, die ich konstatiren konnte, beziehen sich auf Geisseln, die zum Theil deutliche Zeichen der Erkrankung zeigten, zum Theil auf solche, bei denen ich nicht mehr sicher bin, ob nicht schon Krankheitssymptome vorhanden waren. Doch ist daraus nicht zu schliessen, dass jede Abweichung von der Fadenform unbedingt durch Krankheit bedingt sein müsse, denn die gesunde, schwingende Geissel ist schwierig zu beobachten, und ein feines Band mit einem verdickten Saum in der Furche schwingend, wird kaum von einem Faden zu unterscheiden sein.

Auf der anderen Seite ist auch zu bemerken, dass die erkrankende Quergeissel nicht unbedingt eine andere Form annehmen muss. Beispiele dafür habe ich mehrfach gesehen. Beide Geisseln sind sehr empfindlich gegen schädliche Einflüsse von aussen. Die Längsgeissel wird dann abgeworfen, die Quergeissel reagirt dagegen mit Herausflattern aus der Querfurche,

wobei der Zusammenhang mit der Zellplasma erhalten bleibt. Das Hervorschleudern kann man als sicheres Krankheitssymptom ansehen. Nun habe ich bei Zellen verschiedener Arten, z. B. *Dinophysis acuta* Ehr. [1]) und *Ornithocercus magnificus* Stein aus der Furche hervorgeschleuderte, also kranke Geisseln gesehen, die die normale Fadenform zeigten.

Sehr häufig lassen aber die kranken Geisseln Formabweichungen erkennen. Die gewöhnlichste Formabweichung ist die Bandform, und diese tritt wieder in verschiedener Ausbildung auf. Bei *Dinophysis homunculus* Stein, fand ich bei einer mit Pikrinschwefelsäure fixirten Zelle die Quergeissel senkrecht vom Körper abstehend erstarrt. Sie bildete im Ganzen eine gerade Linie, zeigte aber dabei zahllose, feine Knickungen und Schlingungen, wie ein stark zerknittertes schmales Band. Eine Vorstellung von dem Zustandekommen eines solchen Bildes kann man sich machen, wenn man annimmt, dass die Geissel aus einem Bande mit Rändern, die bei Reagenzeinwirkung sich stark ausdehnen, und einer weniger dehnbaren Grundfläche besteht. Ersteres muss sich dann vielfach winden und krümmen. Denken wir uns, von diesem Bande sei der mittlere Theil, dem Zuge nachgebend, partiell gedehnt worden, so erhalten wir das in Tafel 1, Fig. $4,_{2}$ dargestellte Bild einer partiell flächenartig verbreiterten Geissel von *Dinophysis acuta*. Diese Geissel (Fig. $4,_{2}$) verglichen mit der einer andern Zelle derselben Art, Fig. $4,_{5}$, stützt die Vermuthung, dass die Bandform der Quergeissel ein pathologischer Zustand sei. Die Möglichkeit, dass die Bandform bei der Quergeissel auch normal vorkomme, scheint mir jedoch trotzdem nicht ausgeschlossen zu sein, wenn auch die meisten beobachteten Verbreiterungen und namentlich die extremen Fälle nicht als normal anzusehen sind [2]).

Eine andere Formabweichung der beiden Geisseln vom Fadentypus ist die lokale knöpfchenartige Anschwellung, die bei Beschreibung der Schwellblasen erwähnt wurde. Die Neigung zu bläschenartigen Anschwellungen scheint beiden Geisseln innezuwohnen. Die Bläschenbildung ist pathologisch, ihr folgt allgemeine Verquellung der Geissel.

Insertion und Lagerung der Geisseln.

Geisselspalte. Geisseln und Körperfurchen stehen in naher Beziehung zu einander. Die beiden Furchen schneiden sich in zwei Punkten, die bei den meisten Arten, namentlich den gepanzerten, nahe beieinander liegen. In oder nahe dem vorderen Schnittpunkt liegt in der Längsfurche bei den gepanzerten Formen eine runde, ovale oder spaltenartig gestreckte Durchbrechung der Membran, die Geisselspalte [3]), aus der die Geisseln ihren Ursprung nehmen. Häufig ist die Insertionsstelle der Geisseln im Cytoplasma durch stärker körnige Struktur als besonders differenzirte Partie zu erkennen [4]). Eigenthühmlich ist, dass auch bei nackten Formen

[1]) Tafel 1, Fig. $4,_{5}$ *G*.

[2]) Tafel 21, Fig. $69,_{1}$ stellt als Beispiel dafür eine Zelle von *Gymnodinium spirale* Bergh var. *pepo* Schütt dar, deren Geissel eine mässige Verbreiterung zeigt (Tafel 21, Fig. $69,_{3}$ optischer Querschnitt der Furche mit Geissel). Da die Zelle sonst gesund zu sein schien, so wage ich nicht, diese schwache Verbänderung der Geisseln schon als pathologisch zu bezeichnen.

[3]) Tafel 1, Fig. $4,_{2}$; Tafel 2, Fig. $10,_{1}$ *Gs*; Tafel 5, Fig. $21,_{5}$ *Gs*, Fig. $24,_{2}$ *Gs*; Tafel 14. Fig. $46,_{3}$ *Gs*.

[4]) Tafel 9, Fig, $39,_{1}$ *K*.

(Gymnodinium, Pouchetia) nicht selten eine der Geisselspalte entsprechende Stelle scharf markirt ist, gleichsam als ob hier auch der weiche Periplast noch durchbrochen sei.

Die Geisselspalte ist viel grösser als der Durchschnitt der Geisseln dies fordern würde. Sie dient noch anderen Zwecken, z. B. als Mündung der Pusulenkanäle.

Bei nackten Formen mit stark spiraler Drehung der Furche, z. B. *Gymnodinium spirale* in allen Varietäten, *Gymnodinium cornutum* u. s. w. giebt es augenscheinlich zwei verschiedene Insertionsstellen für die beiden Geisseln. Die Quergeissel entspringt an der im vorderen Schnittpunkt der Furchen stehenden Geisselspaltenmarke. Die Längsgeissel wird erst am hinteren Schnittpunkte sichtbar [1]). Ich war erst nicht geneigt, hier eine zweite Geisselinsertionsstelle anzunehmen, weil eine feine Geissel in der Tiefe der Längsfurche, wenn sie nicht schwingt, leicht der Beobachtung entgehen und dadurch an der Stelle, wo sie sich vom Körper abhebt, eine neue Insertionsstelle vortäuschen kann. Doch sprechen die Beobachtungen so sehr für die zweite Insertionsstelle, dass nicht mehr an ihrem Vorhandensein zu zweifeln ist. Es sprechen dafür die völlige Ruhe, die ich stets zwischen beiden Schnittpunkten in der Längsfurche wahrnahm, dann, dass die zweite Geissel stets genau in dem hinteren Schnittpunkt der Furchen zum Vorschein kam, und dass an dieser Stelle ebenso wie an der vorderen eine spaltenartige Stelle markirt war [2]). Die beiden Geisseln unterscheiden sich also nicht nur durch Funktion und Verlauf, sondern schon durch den Ursprung, und zwar ist die Quergeissel als die Vordergeissel, die Längsgeissel als die Hintergeissel zu bezeichnen.

Bei den gepanzerten Zellen scheint dieser Unterschied wegzufallen, da bei den kleinen, runden Geisselspalten keine gesonderte Lokalisirung des Ursprungs der beiden Geisseln erkannt wurde. Die spaltenartig langgestreckten Geisselspalten deuten aber darauf, dass hier kein principieller Unterschied vorhanden ist, da sie ein Zwischenglied zwischen den Formen mit einer runden und denen mit zwei getrennten Geisselspalten-Insertionsstellen darstellen. Ob nun diese gestreckten Geisselspalten morphologisch als Verschmelzung oder als Uebergang zur Trennung aufgefasst werden müssen, und ob demgemäss die einspaltigen Peridineen oder die mit zwei Insertionen versehenen, als die phylogenetisch älteren aufzufassen sind, ist noch fraglich. Einige Gründe scheinen mir mehr für letzteres zu sprechen. Die grössere Arbeitstheilung und die damit verbundene, grössere, morphologische und physiologische Differenzirung stellen den höheren Zustand dar. Bei der ersten Gruppe ist die Arbeitstheilung schon in Lagerung und Thätigkeit der Geissel ausgesprochen, aber noch nicht in der Ursprungsstelle. Bei der letzteren ist dagegen die Trennung schon vom Anfang an durchgeführt, also die Differenzirung weiter gegangen. Da keine Gründe vorliegen, dass wir uns hier auf einer absteigenden Reihe der phylogenetischen Entwicklung befinden, so müssen wir die einspaltigen Formen als die primären, die mit zwei Insertionsstellen als die späteren Glieder der Reihe auffassen, also würden die gepanzerten Peridineen phylogenetisch tiefer stehen als die Gymnodiniaceen, wenigstens die mit stark spiraliger Drehung der Körperfurchen, und die Adiniden *(Exuviaella, Prorocentrum)*, bei denen nicht nur der Ursprung der Geisseln gemeinschaftlich ist,

[1]) Tafel 21, Fig. $65,_1 lG$, Fig. $69,_1 lG$; Tafel 22, Fig. $70._1 lG$.

[2]) Tafel 22, Fig. $70,_1$.

sondern die Geisseln selbst in Verlauf und Thätigkeit noch weniger differenzirt sind als bei den gepanzerten Peridineen, würden zu unterst in der Reihe stehen.

Die Lagerung der Geisseln weist noch klarer als die Insertion auf die nahe Beziehung zwischen Geisseln und Körperfurchen hin. Beide scheinen für einander geschaffen zu sein, doch müssen wir die Geisseln als das bedingende, und darum wichtigere Moment von beiden ansehen. Der Umstand, dass bei manchen Gruppen (Adiniden, Podolampaceen) die Furchen nicht angedeutet sind oder doch nicht zur Ausbildung kommen, während die Geisseln bei keiner fehlen, illustrirt das Wichtigkeitsverhältniss. Wenn man auch nicht behaupten kann, dass die Furchen weiter gar keine Rolle für die Zelle spielen (z. B. ist sie wichtig bei der Steuerung der Zelle, und ihre Grenzleisten sind es als Waffen und Schutzleisten gegen Druck etc.), so scheinen sie doch hauptsächlich dazu da zu sein, um die Geisseln zu bergen. Der Nutzen, den sie dadurch der Zelle leisten, kann ein mehrfacher sein. In erster Linie ist der Schutz gegen thierische Feinde zu erwähnen, indem die wichtigen und doch so zarten Bewegungsorgane, in besonderen Vertiefungen geborgen und oft noch mit hohen, festen Membranwällen umgeben, nicht so leicht zerstört werden können. Ein Nutzen, der vielleicht für die Zelle noch mehr ins Gewicht fällt, ist der Schutz gegen Wasserdruck. Bei der in Bewegung befindlichen Zelle hat der feine Geisselfaden einen beträchtlichen Wasserdruck zu überwinden, wenn er in einer Querlage verharren will. Die in einer quer über den Körper laufenden Furche schwingende Geissel ist vor diesem Druck, der sie in die Längsrichtung umzubiegen droht, geschützt und schwingt in einer relativ ruhigen Wassermasse. Dass die Zelle auch ohne diese Vortheile existiren kann, zeigen die Podolampaceen, die keine Furchen besitzen.

Am vorderen Ende befindet sich die Geisselspalte, die daraus hervortretende Längsgeissel ist bei der Bewegung nach vorn dem andringenden Wasser entgegen gerichtet. Die Quergeissel schwingt um die Basis der Längsgeissel, frei ohne jeden Schutz.

Bei allen anderen Peridineen ist die Lagerung der Längsgeissel eine entgegengesetzte, d. h. sie ist bei der Bewegung nach hinten gerichtet. Gerade nach hinten kann sie nicht immer gerichtet sein, wenn wir die Richtung auf die morphologische Längsaxe der Zelle beziehen, weil die Insertion nie ganz hinten, sondern mehr oder minder der Mitte der Zelle genähert an der durch die Längsfurche markirten Ventralseite liegt.

Weit über die Mitte hinaus nach vorn geschoben ist der Anfang der Längsgeissel, abgesehen von den beiden Adiniden *Exuviaella* (Fig. 1) und *Prococentrum* (Fig. 2—3), die eine besondere Stellung einnehmen, bei den Phalacromaceen (*Dinophysis*, Fig. 4—9, *Phalacroma*, Fig. 10—20, *Ornithocercus*, Fig. 21—22, *Histioneis*, Fig. 23, *Citharistes*, Fig. 24, *Amphisolenia*[1]), auch ebenso bei *Ceratocorys*, Fig. 25, und nicht viel weiter zurück bei *Oxytoxum*, Fig. 52—55). Hier sieht man die Geissel meist in einem beträchtlichen Winkel schräg ventralwärts von der Längsaxe abstehen[2]). Auf der vorderen Hälfte liegt auch noch der Geisselanfang von *Steiniella mitra* (Fig. 27). Die mechanischen Geisselverhältnisse weichen hier, wie bei den letztgenannten, aber bedeutend von denen der Phalacromaceen ab, da hier die Körperform hinter

[1]) Reisebeschreibung der Plankton-Expedition, p. 271, Fig. 81.

[2]) Tafel 18, Fig. $55_{,2}\,lG$.

dem Geisselursprung sich konisch zuspitzt und ausserdem der mechanische Schutz, den die Längsgeissel der Phalacromaceen in den kräftig entwickelten Flügelleisten besitzen, fehlt. Die Verhältnisse nähern sich also schon denen mit central ventralen Längsgeisseln (*Steiniella fragilis*, Fig. 26). *Protoceratium* (Fig. 28), *Gonyaulax* (Fig. 33), *Goniodoma* (Fig. 30—31). Eine besondere Stellung nehmen die Ceratien ein, deren Längsgeissel auch der Mitte der Ventralseite genähert entspringt, aber durch eigenartig gestaltete Flügelleisten umgeben und in der Bewegung gehindert werden, sodass sie wie am hintern Rand befestigt mechanisch wirken (cf. Bewegung der Geisseln). Nahe hinter der Mitte inserirt ist die Längsgeissel bei *Peridinium*, dem hinteren Ende genähert bei *Podolampas* (Fig. 56—58) und *Blepharocysta* (Fig. 59—61). Bei dem etwa wie eine Auster geformten *Pyrophacus* (Fig. 51) entspringt die Längsgeissel in der Nähe des scharfen Seitenrandes, was ganz besondere Bedingungen für die Bewegungsmechanik ergiebt. Die eigenartigen Insertionsverhältnisse der Geisseln der Gymnodiaceen (Fig. 63—99) sind oben schon erwähnt. Meist liegt der Insertionspunkt hinter der Mitte, bei vielen auf dem dritten Viertheil. Bei *Gymnodinium teredo* Pouchet (Fig. 74) ist er so weit nach hinten verschoben, dass die Geissel hier fast direkt in der Richtung der Längsaxe wirken kann.

Von der Insertion ist die Lagerung der Geissel und ihre Wirkungsrichtung sehr wesentlich mit bedingt, und dadurch wird auch die Bewegungsrichtung beeinflusst. Bei den Phalacromaceen (Fig. 4—24) wird sie seitlich durch die scheuklappenartigen, grossen Flügelleisten geschützt und zugleich in der Bewegung behindert. Nach der Ventralseite ist die Bahn für die Bewegung der Geissel vollkommen frei; sie kann also nicht nur von Anfang an direkt ventralwärts, sondern sogar nach vorn gerichtet werden. Den direkten Gegensatz dazu bildet *Ceratium* (Fig. 35—41), dessen Längsgeissel gezwungen ist, fast direkt nach hinten zu schwingen. Die meisten anderen Formen bilden Mittelglieder in dieser Beziehung. Im Ganzen muss man aber zugeben, dass die Längsgeissel von der Längsfurche zwar einen gewissen, aber doch nur beschränkten Schutz geniesst.

Anders bei der Quergeissel. Sie hängt von der Querfurche viel mehr ab als die Längsgeissel von der Längsfurche. Dem entsprechend sehen wir die Querfurche meist auch in viel ausgedehnterem Maasse als die Längsfurche mit Schutzeinrichtungen versehen. Eine Ausnahme machen auch hier wieder die Podolampaceen (*Podolampas*, Fig. 56—58, und *Blepharocysta*, Fig. 59—61). Bei ihnen bleibt die Quergeissel ohne jeden Schutz, ähnlich wie sonst nur noch bei den Adiniden, aber ihr weiterer Verlauf ist ein principiell verschiedener. Sie legt sich nämlich quer um den Körper herum, gleich als ob ihr Weg durch Furche und Flügelleiste vorgezeichnet sei. In der Plattenzusammensetzung des Panzers ist die Furche angedeutet, aber es ist jede Aushöhlung und Leistenbildung unterblieben. Warum verzichtet sie auf den Schutz der Furche, den sie sonst bei allen anderen Verwandten so gut ausnutzt? Das ist ein Räthsel, das vielleicht zu den anderen wunderbaren morphologischen und biologischen Abweichungen, die ich an anderen Stellen erwähnt habe, in Beziehung steht.

Abgesehen von diesen beiden Gruppen kann man bei allen anderen Peridineen aus der Lage der Querfurche schon die Lagerung der Quergeissel erkennen, ohne diese selbst zu sehen.

Dem Furchenverlauf entsprechend lagert sie sich in einer gebrochenen Ring- oder Schraubenlinie quer um den Körper. Der Schraubenumlauf kann in, vor und hinter der Mittellinie des Körpers liegen, ganz nach vorn oder ganz nach hinten verschoben sein, wie dies vorhin für die Geisselspalte erwähnt wurde.

Die Höhe des Schraubenumgangs schwankt sehr innerhalb der Reihe. Sie ist sehr gering bei den Phalacromaceen, sodass hier fast ein einfacher Kreis zu Stande kommt. Eine einfache niedrige Spirale hat *Ceratocorys* (Fig. 25), *Steiniella* (Fig. 26—27), *Oxytoxum* (Fig. 52—55) u. A. Etwas stärker steigt sie bei *Peridinium* und *Ceratium*. Spiralen von sehr starker Steigung finden sich bei *Gymnodinium*. Innerhalb dieser Gattung ist die Verschiedenheit bezüglich der Spiralsteigung sehr gross, während bei den gepanzerten Arten die Gattungen und selbst ganze Gruppen von Gattungen grosse Uebereinstimmung in Höhe und Lage der Spiralen zeigen.

Bei den Gymnodinien mit starker Steigung der Spirale[1]) fällt auch mehr ins Auge, dass die Querfurche kein einfacher Schraubenumgang ist, da mit Steigung des Umgangs eine Verlängerung des Umgangs eintritt, die dann meist mit einer spiraligen Drehung der Längsfurche korrespondirt. Man kann sich die Beziehung zwischen Quer- und Längsfurchendrehung in reinster Entwicklung als ein funktionelles Abhängigkeitsverhältniss denken der Art, dass beide Furchen im Typus sich schneidende Spiralen sind. Der eine Hauptpunkt ist der, bei dem die Steigung der Längsfurchenschraube $= \infty$ ist, dann wird die der Querfurche $= 0$, d. h. wenn Längsfurche gerade Linie wird, so wird die Querfurche ein Kreis. Durch Drehung des Körpers um die Längsaxe nimmt die Steigung der Längsschraube ab, die der Querschraube zu. Läuft die Längsspirale einmal um den Körper, so hat die Querspirale eine doppelte Umdrehung vollendet. Eine so gedachte Torsion des Zellkörpers um die Längsaxe lässt die komplicirten Symmetrieverhältnisse auch der starkgewundenen Gymnodinien auf die einfachen Symmetrieverhältnisse eines nicht tordirten Körpers, etwa einer einfachen Spindel mit einer geraden Längsfurche und einer diese rechtwinklig schneidenden, ringförmigen Querfurche, zurückführen. Streng mathematisch bis in alle Details lässt sich diese Analyse allerdings nicht durchführen, da oft Abweichungen von der einfachen mathematischen Figur vorkommen, von denen die erste die ist, dass von der Längsfurche nur ein kleines Stück entwickelt wird, wie bei *Oxytoxum*, oder dass die Längsspirale hinter der geforderten Spiraldrehung zurückbleibt, wie bei *Gymnodinium cucumis* (Fig. 64) u. s. w.

Die Quergeissel beschreibt diesen Furchenverhältnissen folgend um den Körper eine Spirale. Diese kann aufsteigend und absteigend, linksdrehend und rechtsdrehend sein. Die absteigende, linksdrehende (d. h. im botanischen Sinne, bei Aufwärtskehrung des Vorderendes umgekehrt wie der Zeiger der Uhr drehende) Spirale ist die Regel; sie findet sich bei *Dinophysis*, *Phalacroma*, *Ornithocercus*, *Histioneis*, *Citharistes*, *Amphisolenia*, *Ceratocorys*, *Steiniella*, *Protoceratium*, *Gonyaulax*, *Ceratium*, *Oxytoxum*, *Gymnodinium*, *Pouchetia* u. A. *Podolampas* hat ebenfalls linksdrehende Spirale, ob auf- oder absteigend, habe ich nicht konstatirt. Linksdrehend aufsteigende Spirale fand ich bei *Peridinium globulus*, *Peridinium ovatum*, *Peridinium Michaelis*.

[1]) Fig. 68—71.

Die Linksdrehung fand ich so allgemein, dass es mir schwer wird, an eine Rechtsdrehung zu glauben, die ich selbst bei *Goniodoma acuminatum* Stein sah. Ich muss sie hier erwähnen, wünsche aber eine Revision, um zu konstatiren, ob hier Irrthum, Anomalie oder Regel vorliegt.

Die Quergeissel habe ich meist nur in den ersten drei Vierteln des Furchenverlaufs gefunden. Das letzte Ende fand ich meist frei. Diese sonderbare Erscheinung ist, wie mir scheint, so zu erklären, dass die Furche lang genug ist, um für die ausgestreckte Geissel Raum zu bieten. Gewöhnlich hat die Geissel aber Wellenform, muss also, wenn sie nicht viel länger ist als die Furche, während der Schwingung aus dem letzten Ende des Furchenverlaufs zurückgezogen sein.

Bewegung der Zelle.

Vorwärtsbewegung. Die Peridineenzellen besitzen Eigenbewegung, die recht komplicirt ist. Diese lässt sich in zwei Haupt-Komponenten auflösen. Die erste ist ein Schwimmen in der Richtung der Längsaxe des Körpers unter Voranschreiten des morphologischen Vorderendes der Zelle, die andere ist eine Rotation um die Längsaxe. Die erstere giebt »einfache Vorwärtsbewegung«, die erste und zweite kombinirt eine Vorwärtsbewegung mit Rotation. Diese Kombination fand ich am häufigsten und sehe sie als die normale Art der Bewegung sowohl bei Peridiniden wie bei Adiniden an. Die Richtung der Rotation ist nicht überall gleich. Ich habe sowohl Rechtsdrehung wie Linksdrehung gesehen. Welches die Regel und welches Abweichung ist, ist noch zu entscheiden.

Rückläufige Bewegung. Die Bewegung mit Voranschreiten des morphologischen Vorderendes ist ihrer Häufigkeit nach als die normale zu bezeichnen. Dies hindert jedoch nicht, dass sie häufig in die entgegengesetzte umschlägt. Diese charakterisirt sich aber fast ausnahmslos als anomal, indem sie nicht so gleichmässig und andauernd ist wie die andere, sondern ruckweise eingeleitet wird, und nur kurze Strecken durchläuft, um dann gewöhnlich wieder in die normale Vorwärtsbewegung zurückzuschlagen. Solch streckenweise Rückwärtsbewegung sah ich bei zahlreichen Arten, z. B. *Ceratium tripos, Ceratium furca, Podolampas palmipes, Podolampas elegans, Gymnodinium spirale, Gymnodinium cucumis, Gymnodinium teredo* u. A.

Bei den Adiniden ist die rückläufige Bewegung zur Regel geworden, indem diese fast immer mit der Längsgeissel voranschreiten.

So interessant die Möglichkeit der rückläufigen Bewegung ist, so kann sie doch die Bedeutung der normalen Vorwärtsbewegung für die Morphologie nicht verdunkeln. Der Körper der Peridineen zeigt so eigenartige Symmetrieverhältnisse, dass zur morphologischen Vergleichung eine ganz bestimmte Orientirung und daran anschliessende Terminologie nöthig ist. Wie bei einem Krystall, so sind hier bestimmte, bei allen Individuen gleiche Axen durch den Bau der Zelle von vornherein gegeben. Wie man diese Axen orientiren will, welcher Pol insbesondere als oberer und unterer, resp. vorderer und hinterer bezeichnet werden soll, scheint bei einem einzelligen, freischwebenden Wesen der Willkür anheimgegeben. Rein morphologisch ist dies auch der Fall, hier kommt aber ein physiologisches Moment hinzu. Die Lage der Axen ist durch die Form gegeben, die beiden Pole sind morphologisch ungleichwerthig, müssen also unterschieden werden. Was ist natürlicher, als dass man das physiologische Moment der Be-

wegungsrichtung benutzt und den bei der Bewegung normal voranschreitenden Pol als den vorderen bezeichnet. Diese Bezeichnung muss dann aber auf den morphologischen Begriff festgelegt werden und darf nicht bei gelegentlicher Umkehrung der Bewegung auf den entgegengesetzten morphologischen Pol umspringen. Auch kann man nicht aus der gelegentlichen Umkehr der Bewegung schliessen, dass es gleichgültig sei, welche Richtung man für die morphologische Bezeichnung wählen will. Die allgemeine, für die ganze Gruppe normale Richtung muss entscheiden. Könnte man es billigen, wenn ein Morphologe, fussend auf der Beobachtung, dass das Pferd gelegentlich veranlasst werden kann, rückwärts zu gehen, nun bei seinen Beschreibungen sagen wollte, das Pferd trägt den Schwanz vorn und den Kopf hinten? Es ist darum auch nicht nachahmenswerth, wenn Pouchet, entgegen dem von anderen Autoren angenommenen Sprachgebrauch, bei seinen Peridineenbeschreibungen das bei der Bewegung voranschreitende Ende als das Hinterende bezeichnet. Weil von dieser Orientirung noch eine Reihe anderer Ausdrücke abhängen und mit ihr eine andere Bedeutung erhalten, so kommt durch einen solchen, vom gewöhnlichen abweichenden Gebrauch leicht Verwirrung in die Morphologie.

Wechsel der Richtung. Ablenkung. Die in gerader Richtung fortschreitende Bewegung habe ich nur selten gesehen. Gewöhnlich wird die Bahn durch Ablenkung aus der Richtung komplicirter. Die Ablenkung kann momentan, stossweise oder kontinuirlich wirken. Die momentan wirkende Ablenkung giebt kurze, ruckweise Wendungen, bald nach der einen, bald nach der anderen Seite. Ich habe sie bei verschiedenen Arten gefunden (z. B. *Ceratium tripos, Blepharocysta splendor maris* u. A.), aber sie charakterisirte sich immer als Ausnahme, die, hin und wieder durch besondere Ursachen bedingt, eintreten kann.

Die komplicirte, asymmetrische Körperform der meisten Peridineen lässt von vornherein vermuthen, dass die Bahn, die dieser Körper im Wasser beschreibt, keine geradlinige sein kann, da jede Abweichung von der Symmetrie eben wie ein auf die Seite gelegtes Steuer am Schiff wirken muss. Demgemäss ist zu erwarten, dass die Peridineenzellen beim Schwimmen Kurven beschreiben werden. Da diese Kurven frei im Raum gebildet werden und sich aus einer Vorwärtsbewegung mit kontinuirlicher seitlicher Ablenkung zusammensetzen, so wird die Kurve eine Spirale sein müssen, so lange beide Komponenten sich nicht ändern. Die Beobachtungsverhältnisse sind dem Studium solcher Kurven wenig günstig. Wenn die Zelle nicht sehr klein ist, so wird sie bald an die durch die Objektträger und Deckgläschen gebildeten Wände anstossen und hier in ihrer Bahn aufgehalten oder abgelenkt werden. Man wird also zufrieden sein müssen, wenn man einen Theil der Schraubenbahn zu Gesicht bekommt. Diese konnte ich bei verschiedenen Zellen verschiedener Arten in der Wirklichkeit beobachten und zwar, wie zu erwarten war, besonders günstig nur bei kleinen, nicht sperrig gebauten Zellformen. So konstatirte ich z. B. bei *Oxytoxum tesselatum* Stein eine Bahn, die entweder Kreisbogen oder Stück einer grossen Spirale sein konnte. Eine Zelle von *Podolampas bipes* Stein bewegte sich in der Richtung der Längsaxe in einem Bogen von ca. dem zehnfachen Zelldurchmesser.

Ganze und selbst mehrfache Schraubenumgänge der Bahn habe ich gesehen bei *Peridinium globulus* und *Blepharocysta splendor maris*. Die Bewegung in Schraubenbahnen erscheint leicht als ein »Taumeln«.

Von dieser Bewegungsart, Vorwärtsbewegung in Schraubenbahnen, unter Rotation um die Längsaxe, die ich als die normale betrachte, findet man zahlreiche Abweichungen, die mir mehr oder minder den Charakter von Anomalien oder vorübergehenden oder zufälligen Zuständen tragen. So kann z. B. bei der Vorwärtsbewegung die Rotation unterbleiben, was ich auf fehlende Thätigkeit der Quergeisseln zurückführe.

Denkt man sich die Ursache der vorhin erwähnten plötzlichen Wendungen des Körpers konstant wirkend, die des Vorwärtsschreitens aber aufgehoben, oder statt nach hinten zu wirken, in einem grossen Winkel zur Längsaxe wirkend, so wird eine Drehung um eine zur Längsaxe senkrechten Linie entstehen, die zur einfachen Rotation um die Queraxe der Zelle werden kann. Diese Rotation fand ich z. B. gelegentlich bei *Exuviaella marina,* also einer Form, die normal mit Fähigkeit zum Vorwärtsschwimmen begabt ist. Die Zelle rotirte um eine excentrisch durch den Körper gehende, zur kleinsten Queraxe parallele Linie. Die Rotationsaxe kann ausserhalb des Zellkörpers liegen, sie kann durch dessen Rand gehen, sie kann auch fast bis ans Centrum der Zelle heranrücken. Zellen von *Dinophysis acuta* und *Dinophysis sphaerica* liessen diese Bewegung gut verfolgen. Die Zellen lagen mit der flachen Seite auf der Unterlage und bewegten sich wirbelnd um eine vertikale Axe, die nahe dem Mittelpunkt der Zelle durch den Körper ging, oder auch mehr nach der hinteren dorsalen Seite verschoben war und selbst etwas über den Rand hinausrücken konnte. Die Drehungsrichtung schien konstant zu sein, und zwar, wenn die Zelle auf der linken Seite lag, drehte sie sich in der Richtung des Uhrzeigers. Die Erklärung dieser wirbelnden Bewegung der Zelle folgt aus der Bewegung der Längsgeissel, die später besprochen wird.

Auch *Blepharocysta splendor maris,* die man leicht in schönen Schraubenbahnen sich bewegen sehen kann, zeigt gelegentlich die wirbelnde Bewegung um die Queraxe.

Man kann sich ganz gut eine Vorstellung von dieser Bewegung machen, wenn man sie mit der wirbelnden Bewegung einer etwa durch Insektenpulver erkrankten Stubenfliege vergleicht, die trotz heftiger Flügelbewegung, auf dem Rücken liegend, um die Queraxe wirbelt. Wie diese Wirbelbewegung der Fliege, so ist auch wohl die der Peridineenzelle auf anomalen Gebrauch der Bewegungsorgane zurückzuführen.

Ausser diesen zeigen sich hin und wieder noch andere anomale Bewegungsarten, so z. B. gewahrt man die Zelle bisweilen statt gleichmässig fortschreitend, in unregelmässig ruckweiser, von Pausen der Ruhe unterbrochener oder hüpfender Bewegung. In anderen Fällen erhielt die Bewegung etwas Stockendes oder Tastendes.

Bewegung der Geisseln.

Quergeissel. Die Körperbewegung ist auf die Bewegung der Geisseln zurückzuführen. Seit der Untersuchung von Klebs weiss man, dass in der Querfurche kein Cilienkranz schwingt, sondern eine Geissel mit Wellenbewegung. In der Apicalprojektion erscheinen die Wellen oft eben; ich halte sie aber nur für Projektionsbilder schraubenförmiger Wellen, die je nach dem Verhältniss von Höhe zum Durchmesser der Schraube und dem Gesichtswinkel Projektionsbilder einer Wellenlinie oder eines Stachel-Schlingenkranzes geben.

Die Amplitude der Wellen ist nicht im ganzen Verlauf der Geissel gleich gross. Die erste Strecke, das Verbindungsstück zwischen Insertion und eigentlichem Furchenverlauf, zeigt meist nur schwache Wellenhöhe. Ebenso das letzte Ende. Es ist nicht immer die ganze Geissel so gleichmässig in Schwingung, dass sich Welle an Welle zur Korkzieherform aneinanderschliesst, sondern jede Welle scheint unabhängig von den anderen inducirt zu werden, sodass sie nicht immer in gleichen Abständen und Höhen verlaufen [1]), wenn auch die regelmässige Korkzieherform [2]) vielleicht als Abbild einer in normalster Bewegung erstarrten Quergeissel gelten mag. Noch genauer mag man vielleicht das Bild der bewegten Geissel erhalten, wenn man über ein Tau, dessen eines Ende man in der Hand hält, durch ruckweise Schwingungen Spiralwellen schickt. Je nach der Kurve, die die Hand beschreibt, und je nach der Energie der Bewegung in den einzelnen Theilen dieser Kurve werden die Tauwellen verschieden ausfallen, und dementsprechend auch auf die Umgebung verschiedenen mechanischen Effekt ausüben.

Ebenso die Geisselwellen. Der Seitendruck derselben wird sich, da allseitig wirkend, mehr oder minder vollständig aufheben, aber der Druck auf das Wasser in der Längsrichtung der Geissel wird mechanischen Effekt auf die Zelle haben müssen und die Zelle in der Richtung der Geissel, d. h. der Querfurche, zu drehen streben. Dies muss eine Drehung der Zelle um die Längsaxe bedingen. Bei dem spiraligen Verlauf der Geissel kommt dazu eine in der Längsaxe der Zelle wirkende Kraftkomponente. Die Zelle, durch die Quergeissel allein bewegt, müsste sich hiernach, mehr sich drehend als vorwärts schreitend, gewissermassen durch das Wasser schrauben.

Der Vergleich mit der Bewegung eines Taues trifft für die Geissel nur zum Theil zu, da das Tau die einmal inducirte Welle passiv fortpflanzt. Bei der Geissel kommt dabei eine aktive Thätigkeit zur Geltung, wie sich daraus ergiebt, dass die Wellen nicht an ihrem Ursprung an der Geisselspalte am höchsten sind und im weiteren Verlauf durch den Widerstand des Wassers geschwächt, abnehmen, ferner besonders daraus, dass die Bewegung momentan stocken kann, wobei die Wellen ihre Form behalten und beim Wiedererwachen der Bewegung weiterschreiten.

Eine Umkehr der Richtung der Wellenbewegung habe ich nicht wahrgenommen.

Die Längsgeisseln zeigen verschiedenerlei Bewegung, die ich in regelmässige und in gelegentliche, aussergewöhnliche trennen möchte. Als gutes Objekt für das Studium dessen, was mir als normale Bewegung erschien, zeigte sich *Ceratium tripos*, *C. furca*, *C. limulus*. Bei den Ceratien ist die Längsgeissel eine relativ lange Strecke hindurch durch die eigenthümlich geformten Längsflügelleisten einerseits geschützt, andererseits in ihrer freien Bewegung gehindert. Die Furche mit den Flügelleisten bildet hier eine Art Hohlcylinder [3]), innerhalb dessen der Geissel nur sehr geringe Schwingungen möglich sind. Die Bewegung der Geissel ist darum verschieden für den inneren in der Furche liegenden und für den äusseren freien Theil der Geissel. Als wichtigstes Moment für die Auffassung der Bewegungsthätigkeit der Längsgeissel

[1]) Tafel 1. Fig. $4_{,1}$ *G*.

[2]) Tafel 1, Fig. $6_{,2}$ *q G*.

[3]) Tafel 9, Fig. 36, Fig. $39._{1}$; Tafel 10, Fig. $40._{12}$ *l Fl*, *r Fl*, Fig. $40_{,20}$; Tafel 11, Fig. $41_{,2}$ *l Fl*, *r Fl*.

scheint mir die Fähigkeit derselben in spiralig verlaufenden Wellen zu schwingen [1]), ähnlich wie die Quergeissel. Das zweite Moment ist die Fähigkeit zu rotirenden Schwingungen, bei der sie einen Kegelmantel beschreibt, dessen Spitze in der Längsfurche liegt [2]). Diese Kegelschwingung wird in der Längsfurche von den Flügelleisten verhindert und kommt nur im freien äusseren Theil der Geissel zur Geltung. Der innere Theil schien mir nur wenig bewegt, während der äussere so lebhaft vibrirt, dass er zu der Täuschung Veranlassung geben kann, als seien zwei oder zahlreiche Geisseln vorhanden.

Die Wellenschwingung kommt unabhängig oder auch in Kombination mit der Kegelschwingung vor. Diese Kombination von Wellen- und Kegelschwingung scheint mir die normale und wichtigste Bewegungsart zu sein.

Welches ist nun die mechanische Wirkung dieser Bewegung? Bütschli meint, dass die Wirkung der Längsgeissel mehr eine steuernde als lokomotorische ist. Das umgekehrte Verhältniss scheint mir wahrscheinlicher. Bütschli stützt sich bei seiner Annahme auf die Angabe, dass bei bewegten Zellen bisweilen keine Bewegung der Längsgeissel wahrgenommen sei. Ich kann solchen vereinzelten Beobachtungen stillstehender Geisseln nicht so viel Gewicht beilegen, da bei der Kleinheit des Objektes die Geisselthätigkeit leicht übersehen werden kann. Vielleicht mit mehr Recht könnte ich die entgegengesetzte Behauptung vertheidigen, dass nur die Längsgeissel die Bewegung verursache, weil ich oft bei bewegten Zellen von einer Quergeisselbewegung nichts wahrnehmen konnte. Mir scheinen beide Geisseln bei der Bewegung betheiligt, sowohl an der Steuerung als an der eigentlichen Triebkraft, doch mit dem Unterschied, dass die Quergeissel vorwiegend die Rotation um die Längsaxe besorgt, und nebenbei die Vorwärtsbewegung fördert, und in dritter Instanz durch ihre Bewegung indirekt auch an der Bestimmung der Bahn, d. h. an der Steuerung betheiligt ist, die Längsgeissel aber in erster Linie die lokomotorische Kraft liefert und in zweiter als direkt wirkendes Steuer auftritt.

Eine Stütze der Annahme der starken lokomotorischen Kraft der Längsgeissel giebt Tafel 10, Fig. $40,_{15}$: eine an der freien Bewegung gehinderte Zelle von *Ceratium tripos,* die sich in einer durch feine Körnchen getrübten Flüssigkeit befand. Die Längsgeissel war in lebhafter Kegelschwingung, dabei entstand eine Bewegung der Körnchen in der nächsten Umgebung. Die der Kegelspitze benachbarten Körnchen wurden angesaugt, zum Theil in den von der Geissel umpeitschten Kegel hineingerissen und dann mit grosser Geschwindigkeit in der Kegelaxe nach hinten fortgeschleudert. Am Rande des Kegels befindliche Körnchen wurden ebenfalls, aber mit weniger Kraft zurückgestossen [3]). Einer Geissel, die das Wasser so lebhaft fortstossen kann, können wir die Fähigkeit nicht absprechen, einen Rückstoss auf das Gefährt auszuüben, die es ähnlich wie die Schraube den Dampfer vorwärts drängt.

Wie eine Geissel, die einen einfachen Kegelmantel bei ihrer Bewegung beschreibt, einen solchen Rückstoss bewirken kann, ist allerdings nicht recht verständlich. Langsamer als gewöhnlich vibrirende Geisseln lassen jedoch erkennen, dass sie bei der Bewegung nicht gerade

[1]) Tafel 9, Fig. $39,_{1}$ *lG.*

[2]) Tafel 10, Fig. $40,_{15}$, Fig. $40,_{19a}$.

[3]) In Tafel 10, Fig. $40,_{15}$ ist die Bewegung der Körnchen durch Pfeile angedeutet.

gestreckt sind, wie die schnell schwingende Geissel dies vortäuscht, sondern dass gleichzeitig Spiralwellen von der Geisselwurzel nach der Geisselspitze laufen. Dies löst das Bewegungsräthsel, denn schon eine Geissel, die bei der Kegelschwingung so gekrümmt ist, dass die Wurzel vor der Spitze voraus ist, bildet eine gebogene schiefe Ebene, d. h. eine Schraube, und ist befähigt, das Wasser zurückzuschleudern. Noch mehr ist es zu verstehen, wenn centrifugale Wellen über die Geissel hingleiten, dass sie, nach Art der Schiffsschraube wirkend, das Wasser zurückschleudert und damit die Zelle vorwärts drängt.

Dass die Längsgeissel zugleich als Steuer wirken kann, geht aus Tafel 10, Fig. $40,_{19}$ hervor, welche die Umrisse des Schwingungsmantels einer Geissel zu verschiedenen Zeiten wiedergiebt. Der Schwingungsmantel blieb derselbe, aber die Richtung desselben änderte sich. Eine solche Richtungsänderung der schwingenden Geissel entspricht einer Richtungsänderung der treibenden Kraft und muss eine Richtungsänderung der Bahn der Zelle zur Folge haben. Die Längsgeissel wirkte dabei zugleich wie die Schraube und das Steuer beim Dampfer.

Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, dürften die oben erwähnten normalen Bewegungen der Peridineen als Effekt der kombinirten Bewegungen der Längs- und der Quergeissel verständlich sein. Die Vorwärtsbewegung kommt hiernach hauptsächlich auf Rechnung der Längsgeissel, die Rotation auf die der Quergeissel und die Schraubenbahn auf die der Körperasymmetrie. Wendungen aus der Bahnrichtung folgen auf Aenderung der Lage der schwingenden Längsgeissel. Verharrt die Längsgeissel in stark seitlich geneigter Richtung, statt nach hinten zu schwingen, so kann wirbelnde Rotation um eine Queraxe zu Stande kommen, wie sie oben für *Dinophysis* u. A. beschrieben, und je nach dem Winkel mit der normalen Geissellage wird die Rotationsaxe mehr oder weniger dem Körpermittelpunkt nahe rücken. Stockung der Bewegung einer Geissel ruft Unregelmässigkeit der Bewegung der Zelle hervor. Aufhören der Quergeisselschwingung bei Fortsetzung der Längsgeisselschwingung giebt Vorwärtsbewegung ohne Rotation. Umkehrung der Geisselbewegung kann Umkehr der Zellbewegung bedingen u. s. w.

Ein an sich anomales Verhalten beleuchtet das Verhalten der Längsgeissel. Tafel 10, Fig. $14,_{18}$ zeigt eine schwingende Geissel von *Ceratium tripos,* die in der Mitte an ein Hinderniss stösst und an diesem festhaftet. Der innere Theil setzt die ihm noch mögliche Vibration fort und beschreibt dabei einen Spindelmantel; das Ende führt keine Vibrationen aus, es laufen aber von dem Hinderniss an noch seichte Wellen darüber hin. Der Antrieb zur wirbelnden Schwingung hat sich also nicht über das Hinderniss hinweg fortgepflanzt, wohl aber die Wellenbewegung. Bezüglich der Wellenschwingungen scheint die Geissel also grössere Selbständigkeit zu besitzen als bezüglich der Kegelschwingungen, da sie zu letzterem mehr des direkten Antriebs zu benöthigen scheint.

Peitschenartige Schwingungen habe ich namentlich bei Phalacromaceen häufiger gesehen. Sie sind aber träge und unregelmässig, sodass ich sie für krankhafte Bewegungsformen halten und ihnen kein grosses Gewicht beilegen möchte.

Kontraktionen eigener Art fand ich bei Längsgeisseln von Ceratien bisweilen [1]). Sie

---

[1]) Tafel 9, Fig. 36 *l G.*

sind nicht selten und sind auch früher schon mehrfach gesehen und als korkzieherartige Gebilde beschrieben worden. Sie sind für die Auffassung der Geisselthätigkeit von Interesse. Lebhaft vibrirende Geisseln werden mit einem Ruck plötzlich in die Geisselröhre zurückgezogen und bilden hier dicht über der Geisselspalte, spiralig aufgerollt, einen kleinen Klumpen. Die Spirale lockert sich (Fig. $40,_{16}$) und wird (Fig. 36) korkzieherförmig, die innersten Windungen werden gestreckt und die Spirale wird dadurch vorgeschoben (Fig. $40,_{3}$). Dann lockern sich auch die mittleren Windungen, und in lockeren Schraubenwindungen tritt die Geissel ins Wasser ein (Fig. $40,_{7}$), löst sich zur schwach welligen Schnur auf (Fig. $40,_{2}$, $40,_{4}$), die eine Zeit lang wirbelnd schwingt (Fig. $40,_{5}$), um nach einiger Zeit wieder ebenso plötzlich eingezogen zu werden. Dieser Process verläuft so regelmässig, dass er als ein unter gewissen Umständen normales Verhalten gelten kann. Er lehrt uns, dass die Geissel keine über die ganze Masse gleichmässig sich erstreckende Kontraktilität besitzt, etwa nach Art eines gespannten Gummifadens, dass sie aber eine einseitig lokale Kontraktionsfähigkeit besitzt, die die Geissel zur Spirale einzurollen vermag und mit grosser Heftigkeit in Wirkung treten kann, und drittens, dass die auflösende Wirkung als Reiz vom Centralkörper ausgeht, indem hier die Spirale zuerst gelöst wird, und dass die Wirkung nach aussen fortschreitet.

Flatternde Bewegung. Offenbaren die geschilderten Bewegungsarten der Geissel schon eine gewisse selbständige Aktionsfähigkeit der Geisselsubstanz, sodass sie nicht mehr als ein vom Centralplasma bewegter, passiver Faden erscheinen kann, so kann man die Fähigkeit zur selbständigen Aktivität bisweilen besonders klar vor dem Absterben der Geisseln beobachten. Nicht selten kann man an Zellen, die unter Deckglas gehalten werden, beobachten, dass sie die Geisseln abwerfen. Trotz der Trennung vom Cytoplasma behalten die Geisseln noch eine auf Sekunden bis Minuten beschränkte, selbständige Lebens- und Handlungsfähigkeit, die sich in lebhaften, nach und nach ermattenden, flatternden Bewegungen [1]), die schliesslich mit dem Tode durch Verquellung enden, äussert. Ich sehe diese Bewegung als immanenten Rest der Schwingungsfähigkeit in Spiralwellen an, von der ich annehme, dass sie der Geisselsubstanz unabhängig von dem Cytoplasma eigen ist, dass sie aber zur regelmässigen Bewegung noch des regulirenden Impulses des centralen Plasmakörpers bedarf.

Ein Zurückziehen der Geisseln in die Panzerhülle habe ich nicht direkt beobachtet, doch deutete mir ein Fall auf dessen Möglichkeit. Eine mit Pikrinschwefelsäure fixirte Zelle von *Podolampas bipes* hatte innerhalb des Panzers neben dem geschrumpften Körper in lockeren Windungen eine Geissel. An ein Hineinziehen der draussen fixirten Geissel durch den schrumpfenden Körper ist nicht zu denken, da dann nicht die ganze Geissel im Innern sein könnte. Diese muss also schon im lebenden Zustande eingezogen worden sein.

In ein ganz anderes Gebiet führt uns das Kriechen, Pendeln, Festsetzen, das nur anhangsweise bei der Geisselbewegung erwähnt werden mag. Die Peridineen sind frei schwimmende Zellen, doch finden sich Beispiele von Festheftung, deren Bedeutung für das Leben noch weiterer Studien bedarf.

---

[1]) *G* in Tafel 1, Fig. $3,_{1-4}$.

An abgestorbenen Zellen von *Podolampas bipes* Stein fand ich eine kleine Plasmaportion aus dem vorderen offenen Ende, dem Apex, ausgetreten, mit dem die Zelle sich so fest an den Objektträger angeklebt hatte, dass sie bei Druck auf das Deckglas in Schwingungen kam, aber nicht losliess. Kann man dies Vorkommen noch als ein zufälliges ansehen, so hört dies bei der Regelmässigkeit, mit der der Process des Auskriechens von Plasma an der Geisselspalte bei derselben Art eintritt, auf. Die Zelle lebt während desselben und bewegt sich hin und her, indem der Plasmaerguss, der an anderer Stelle besprochen wird stillsteht, und die Zelle ihn als Fuss und Anheftungspunkt benutzt. Das Auskriechen und die damit verbundene Neigung zum Festheften und eventuellen Kriechen habe ich bei den Arten der Gattungen *Podolampas* und *Blepharocysta* verbreitet gefunden. Ob es sich dabei um einen ersten Anfang der Sesshaftmachung oder nur um einen allerdings eigenthümlich und typisch verlaufenden Krankheitsprocess handelt, muss noch dahingestellt bleiben.

2. Pusteln.

Stein zeichnet (**66**, Tafel 13) bei *Ceratium cornutum* »aus der Mundspalte hervorquellendes Protoplasma« und bei *Ceratium cornutum*, *Ceratium furca* und *Ceratium tripos* »aus dem offenen Ende des Frontalhorns hervorquellendes Protoplasma«. Auch Bütschli konstatirt (**88**, 545), dass an konservirten Exemplaren von *Ceratium fusus* und *tripos* das Körperplasma am Hintertheil des Bauchausschnitts bruchsackartig hervorgequollen erscheint. Penard (**113**) beschreibt das Austreten von Plasma als Blase aus der sogenannten »Mundöffnung«. Dies soll durch Druck bewirkt werden, aber auch ohne Druck entstehen können.

Beim Beobachten lebender Peridineen hat man nicht selten Gelegenheit, das Auftreten äusserer Plasmablasen zu beobachten. Doch geht diesem ein innerhalb der Zellmembran sich abspielendes Vorstadium voraus, das ich namentlich häufig bei *Ceratium tripos* beobachten konnte. In den Zellen dieser Art sieht man einige Zeit, nachdem sie unter Deckglas gebracht wurden, vakuolenartige Räume im Plasma, die nicht mit den Pusulen zu verwechseln sind; auch mit den früher beschriebenen Vakuolen möchte ich sie einstweilen noch nicht identificiren, weil sie sich in kurzer Zeit in ihrer Form und Grösse veränderten, während ich jene in kürzeren Zeiten nur unbeweglich sah, namentlich aber weil in ihnen eine mehr oder minder grosse Anzahl kleiner Körnchen auftrat, welche sich in lebhaft tanzender, sogenannter Molekularbewegung befanden. Diese Molekularbewegung ist als eine Krankheitserscheinung aufzufassen, denn in ganz normalen Zellen war diese Bewegung nicht sichtbar, vielmehr scheint das ganze Plasma sich dann im Ruhezustande zu befinden. Gerade das Auftreten dieser kleinen, zitternden Körnchen bringt die vakuolenartigen Lücken, die ich in Ermangelung eines passenderen Namens als Plasmalücken bezeichnen will, im kompakteren Plasma in gewisse Beziehung zu den oben skizzirten Schwellblasen, die ja auch unter ähnlichen anomalen Verhältnissen der Zelle auftreten. Ihre Identität zu behaupten, wäre indess noch verfrüht.

Kurze Zeit nach dem Entstehen der Plasmalücken gewahrt man gewöhnlich bei *Ceratium tripos* an der hinteren Hälfte der Zelle, in der Nähe des hinteren Endes der Längsfurchenröhre eine kleine plasmatische Blase über die Zellmembran hervortreten [1]). Sie besitzt nur eine sehr

[1]) Tafel 10, Fig. $40_{,8}$ *Pst.*

dünne plasmatische Haut, die mit einer wässerigen Flüssigkeit, in welcher ebenso wie in den »Plasmalücken« häufig kleine Körnchen in Molekularbewegung sich befinden, gefüllt ist.

Die Blase vergrössert sich mehr und mehr und erreicht oft ein beträchtliches Volumen und wird dann nicht selten durch eine zweite und eine dritte[1]) ihr folgende Blase weiter hinausgeschoben, sodass nach und nach ein schaumartiger Plasmaanhang an der Zelle sich ausbildet. Der an die Schaumstruktur des aus dem gesprengten Panzer hervorgequollenen Plasmas von Tafel 6, Fig. $26_{,12}$ erinnert.

Der Gehalt an tanzenden Körnchen kann bei verschiedenen Blasen derselben Zelle recht verschieden gross sein. Während die erste Blase zahlreiche tanzende Körnchen enthielt, zeigen die unmittelbar darauf folgenden vielleicht nur wenige oder gar keine Körnchen mehr (Fig. $40_{,4}$). Die Plasmawand der Blase erscheint homogen und hyalin.

Ein weiteres Stadium des Processes zeigt sich dadurch an, dass auch ein Theil des Körnerplasmas über die Zellmembran hervortritt, sodass jetzt ein unregelmässiger Plasmawulst der Zelle angelagert ist[2]). Dem Körnerplasma gesellen sich später auch Chromatophoren bei, welche jedoch, sobald sie aus der Zelle hervortreten, unter Deformirung und Verfärbung absterben. Die zuerst hervorgetretenen grossen Blasen sind inzwischen gewöhnlich stärker und stärker angeschwollen und schliesslich geplatzt.

Nicht immer gewahrt man das Hervortreten der hyalinen Blase als Vorstadium für das Hervortreten des Körnerplasmas; bisweilen erscheint dieses auch sogleich als erstes Symptom des Quellungsprocesses[3]).

Für *Ceratium tripos* und, wie mir scheint, für alle Ceratien ist das hintere Ende der Geisselspalte der typische Ort für das Hervorquellen der Plasmablase. Damit ist aber die Fähigkeit noch nicht erschöpft. Ein bevorzugter Ort für das Auftreten von Nebenblasen ist auch das Ende der Hörner, wenn dieses abgestumpft ist, namentlich das Ende des vorderen Hornes, der »Apex«.

Dieser Process des Plasmaaustritts ist bei den Ceratien eine ganz regelmässige Erscheinung, wenn die Zellen einige Zeit unter Deckglas gehalten werden. Als schädigendes Agens sind dabei Sauerstoffmangel, steigender Salzgehalt durch Konzentriren der Lösung, Deckglasdruck anzuführen. Die Reaktion tritt auch bei Aufhebung des Druckes durch Stützen des Deckglases ein. Auch auf langsam wirkende chemische Mittel reagirt die Zelle ebenso.

Die Glieder der Gattung *Ceratium* reagiren ganz allgemein in der angegebenen Weise auf schädliche Einflüsse von aussen, doch ist dieser Process keineswegs auf die Ceratien beschränkt, auch sehr viel andere Peridineen verhalten sich ganz ähnlich[4]).

Diese Bläschen wären nach unserer Kenntniss von den vorhin erwähnten Schwellblasen nicht zu trennen, sie geben aber das Verbindungsglied zu den eigentlichen typischen Pusteln ab. Das Hervortreten der Bläschen ist nämlich nicht an die vorgebildeten Oeffnungen des Panzers

[1]) Tafel 10, Fig. $40_{,3-4}$.
[2]) Tafel 10, Fig. $40_{,5}$.
[3]) Tafel 14, Fig. $44_{,8}$.
[4]) Tafel 14, Fig. $44_{,9-12}$ zeigt denselben Process bei einer Zelle von *Peridinium divergens*.

gebunden. Tafel 10, Fig. $40_{,2}$ *Pst'* und Fig. $40_{,8c}$ zeigt bei *Ceratium tripos* die Panzernaht an der Seite an einer Stelle gelockert, und aus dem feinen Spalt tritt eine ebensolche Blase hervor, wie vorher bei der Geisselspalte beschrieben wurde. Dass auch hier wirklich eine Durchbrechung des Panzers vorliegt, beweist, dass nach einiger Zeit nicht bloss eine homogene Blase hervortrat, sondern auch körniges Plasma und sogar Chromatophoren.

Anders ist dies jedoch in zahlreichen anderen Fällen. Es erscheinen nämlich nicht nur an den Nähten, wo ihr Auftreten weniger auffällig wäre, sondern an beliebigen Stellen der Panzeroberfläche kleine Pusteln, indem sich eine ganz feine Plasmahaut in einer kleinen, kreisförmig umschriebenen Stelle von der Wand abhebt, die anfangs flach, bald aber durch zunehmende Wasserzufuhr stärker und stärker aufschwillt, sodass sie fast ganz Kugelgestalt annimmt[1]). Das Plasmahäutchen kann sich dabei sogar an der Wandstelle wieder bis zur Berührung nähern, an den Rändern verschmelzen, sodass es sich jetzt wie ein feines Seifenbläschen von der Pfeife des Knaben ablösen kann. Gewöhnlich bleibt das Bläschen, wohl zusammengehalten durch gleichzeitig ausgetretenen Schleim, in der Nähe der Zelle liegen[2]). Man findet in Folge dessen die Zelle mitunter von einem Kranz kleiner Bläschen umgeben.

Das Auftreten der Pusteln ist recht verschieden. Nicht selten sind sie ganz vereinzelt[3]), recht häufig treten sie in geringer Zahl auf, zugleich an verschiedenen Theilen des Körpers[4]), an der Vorderhälfte, Hinterhälfte, Hauptkörper, an den Auswüchsen. Interessanter noch ist ihr Auftreten, wenn sie sich nicht isolirt an einer engumschriebenen Stelle erheben, sondern wenn sie so dicht gedrängt vorkommen, dass sich die Nachbarblasen berühren[5]). Dabei kommt es dann vor, dass sie sich auf einer mehr oder minder grossen Fläche in Gestalt eines gewellten Häutchens erheben[6]). Dieses erscheint dann als eine die feste Panzermembran umgebende konzentrische, plasmatische Hautschicht.

In noch weitergehender Komplikation beobachtete ich diesen Process bei *Protoceratium*[7]) und *Steiniella fragilis*. Hier war das äussere Plasmahäutchen in mehreren grossen, flachen Blasen emporgehoben. In der Flächenansicht erschienen diese Blasen mit kleinen, rundlichen oder elliptischen Körnchen in gleichen Zwischenräumen übersäet[8]). Im optischen Querschnitt der Blase lösen sich diese Körnchen als feine Balken auf, welche die Oberfläche der Blase mit der Zellmembran verbinden[9]), sodass das flache Blasengewölbe wie von einer Reihe von plasmatischen Stützpfeilern getragen wird oder, da der Druck von Innen kommt, durch eine Reihe von Verbindungsbalken an der Membran festgehalten wird.

---

[1]) Tafel 10, Fig. $40_{,2}$ *Pst*[1]; Tafel 20, Fig. $61_{,3b}$ *Pst.*
[2]) Tafel 18, Fig. $55_{,4}$ *Pst.*
[3]) Tafel 1, Fig. $4_{,2}$ *Pst.*
[4]) Tafel 19, Fig. $56_{,6}$ *Pst*; Tafel 15, Fig. $48_{,2}$ *Pst.*
[5]) Tafel 2, Fig. $13_{,1}$ *Pst*[1].
[6]) Tafel 2, Fig. $13_{,1}$ *Pst*[2].
[7]) Tafel 7, Fig. $28_{,9}$.
[8]) Tafel 7, Fig. $28_{,10a}$.
[9]) Tafel 7, Fig. $28_{,9a}$, Fig. $28_{,11a}$; Tafel 6, Fig. $26_{,5}$ *Pst*[1].

Bei stärkerem Anschwellen der Blase reissen die Stützpfeiler an ihrer Einfügungsstelle in die Zellmembran ab und werden nun durch die sich weiter emporwölbende Blase mit in die Höhe gehoben, sodass in diesem Stadium die Blase nur mit ihrem Umkreis der Membran aufliegt, die Stützpfeiler aber frei darüber schweben [1]).

Pusteln bei nackten Zellen. Von Bedeutung für die theoretische Auffassung der ganzen Erscheinung ist der Umstand, dass die Pustelbildung nicht auf die gepanzerten Formen beschränkt bleibt, sondern auch bei nackten Formen gefunden wird. Tafel 25, Fig. $86,_1$ zeigt ein *Gymnodinium*, welches übersäet ist mit zahlreichen, kleinen, pockenähnlichen Bläschen, die so wenig wie bei den Formen mit Panzermembranen die allgemeine Körperform beeinträchtigen.

Erklärung. Wir finden die Fähigkeit der Pustelbildung über alle Gruppen der Peridineen ausgedehnt; sowohl nackte wie gepanzerte Formen der verschiedensten Familien haben die Neigung bei geringer schädlicher Einwirkung, wie längeres Verweilen unter Deckglas u. s. w., auf kleinen oder grösseren Flecken, dünne Plasmahäutchen blasenartig zu erheben. Wie ist diese allgemeine Erscheinung zu erklären? Für eine Anzahl der erwähnten Fälle kann man annehmen, dass durch die erwähnten Quellungsbestrebungen des Zellplasmas der Zusammenhang der Panzerplatten stellenweise gelockert wird, sodass das Plasma durch die Spalten hervordringen kann. In einzelnen Fällen liess es sich sicher konstatiren, dass die Panzernähte stellenweise gesprengt waren und klafften. In allen Fällen, wo das körnige Plasma oder gar Chromatophoren heraustreten, und wo sich dieses nicht direkt auf die Geisselspalte zurückführen lässt, spricht allerdings eine grosse Wahrscheinlichkeit für die Erklärung durch Annahme des Klaffens der Nähte.

Man könnte nun vermuthen, dass auch in den übrigen Fällen der gleiche Grund obwalte, jedoch liess sich in zahlreichen Fällen durchaus kein Klaffen der Nähte nachweisen, vielmehr erschien der Panzer trotz des Plasmaaustritts an seinen Nähten fest geschlossen. Es ist ferner unwahrscheinlich, dass der Panzer an so kleinen Stellen auseinanderweichen sollte, dass nur so kleine Bläschen, wie sie sich häufig an den Hörnern von *Ceratium tripos* zeigen, hervordringen könnte. Vielmehr wäre bei der Festigkeit und Starrheit der Panzerplatten anzunehmen, dass, wenn überhaupt der Panzer in seinen Nähten sich einmal trennt, nicht eine rundliche Oeffnung, sondern ein langer, feiner Spalt entstehen müsste. Bei denjenigen Objekten, bei denen ich eine wirkliche Sprengung der Nähte konstatiren konnte, war dieses auch wirklich der Fall. Namentlich ist dies anzunehmen für die langen Vorderhörner von *Ceratium tripos*, welche nur wenige lange, das Horn in seiner ganzen Länge durchziehende Nähte zeigen. Wenn sich hier der Zusammenhang einer Naht lösen sollte, so müsste das Plasma in der ganzen Länge des Spaltes und nicht, wie es bisweilen geschieht, als ein kleines, rundes Bläschen austreten.

Wenngleich also das Sprengen der Nähte als Grund des Austretens der Blase in einzelnen Fällen wohl sicher vorkommt, so ist doch dieses Verhalten als ein so ungewöhnliches anzusehen,

[1]) Tafel 7, Fig. $28,_9$ Pst^3.

dass für die meisten Fälle eine andere Erklärung erforderlich ist. Man könnte nun vermuthen, dass durch die Quellung die Hautschicht des Plasmas durch einzelne der feinen Poren der Membran, die ich später zu erwähnen habe, hervorgepresst wird, und dass dann dieses hervorgepresste Plasma durch aussen aufgenommenes und nach innen ausgeschiedenes Wasser zu einer wachsenden Blase ausgedehnt werde. Die einzelnen isolirten Blasen lassen sich wohl auf diese Weise erklären, aber die Erklärung stösst in den Fällen auf Schwierigkeiten, wo die Pusteln sich in Gestalt grösserer Flächen und Häute abheben. Zwar könnte man auch hier noch annehmen, dass erst die aus den benachbarten Poren ausgetretene Plasmamasse zusammengeflossen sei und nun als Ganzes sich erhoben habe, dann liesse sich aber schwer die Gleichmässigkeit der überall hautartig dünnen Schicht bei den mit stark strukturirtem Panzer versehenen Formen erklären. Ich verweise als Beispiel auf *Protoceratium*. Die Zellmembran desselben ist mit einem System sehr hoher, schmaler, sich rechtwinklig kreuzender Leisten überzogen, die sich an den Schnittpunkten zu kleinen Stacheln erheben. Es ist nun immerhin schwer anzunehmen, dass das aus den Poren austretende Plasma, wenn es einfach durch den wachsenden Druck im Innern passiv hervorgetrieben wäre, dieses Leistensystem sammt den Dornen in gleichmässiger Schicht überzieht, vielmehr würde man vermuthen, dass sich das Plasma, das durch die zwischen den Leisten befindlichen Poren ausfliesst, sich einstweilen in der durch die vier umgrenzenden Leisten gebildeten Grube ansammelt, bevor es die Leistenberge überfliesst. Dass dieses aber nicht der Fall ist, darauf deutet die gleichmässige Dicke der später emporgewölbten Blase.

Ferner würden dann auch die Blasen der nackten Zellen nicht erklärt, denn hier giebt es keine Poren, durch welche das Plasma nach aussen hervorgepresst werden könnte, da die äussere Umhüllung hier nur eine durchaus gleichmässige Schicht ist. Es bleibt also kaum etwas anderes übrig als anzunehmen, dass die ganze Zellmembran in normalem Zustande schon von einer dünnen plasmatischen Hautschicht, welche durch die Beobachtung an erkrankten Zellen so häufig zur Wahrnehmung gelangt, überzogen ist, und dass diese bei den gepanzerten Formen durch die Poren mit dem inneren Plasmakörper in Verbindung steht.

Dass die Plasmahaut an normal vegetirenden Zellen nicht direkt gesehen wurde, vielmehr erst an der erkrankenden Zelle sichtbar gemacht wird, ist kein Beweis gegen ihr Vorhandensein, weil eine der Membran unmittelbar anliegende dünne Plasmahaut schwer oder eventuell gar nicht optisch als eigene Schicht erkannt werden kann, wie dieses häufig auch beim innern Plasmawandbelag anderer Pflanzenzellen der Fall ist, wo man den dünnen Plasmaschlauch bisweilen nur mit Hilfe von Reagentien, z. B. indem man ihn durch plasmolysirende Körper ganz oder partiell von der Wand abhebt, sichtbar machen kann. Durch den umgekehrten Process, nicht durch Kontraktion, sondern durch Ausdehnung mittelst Wasseraufnahme, den man umgekehrte Plasmolyse nennen könnte, wird bei der Pustelnbildung der äussere Plasmamantel als Blase von der Membran abgehoben und dadurch sichtbar gemacht.

Membranwachsthum. Wie der Process der Blasenbildung von *Protoceratium* bei Annahme des normal vorhandenen extramembranösen Plasmaschlauches die befriedigendste Erklärung findet, so werden auch noch andere Vorgänge des Zelllebens dadurch in ein klareres Licht gesetzt.

Vor allen Dingen erklärt diese Annahme den Zweck und die Nothwendigkeit der Poren der Membran. Ohne sie ist es schwer, sich eine Vorstellung davon zu machen, welchen Zweck die oft feinen aber doch deutlichen Poren, die über den ganzen Panzer aller Peridineen zerstreut sind, für die Zelle erfüllen.

Man würde allenfalls an das Athembedürfniss der Zelle denken können, doch ist dieser Erklärungsversuch keineswegs als genügend anzusehen, da der Sauerstoff durch die geschlossene Membran hindurch zu diffundiren vermag und dieses auch bei den anderen Pflanzen zum Zweck der Zuführung der nöthigen Athemluft thut. Wenn er bei den höheren Pflanzen die oft viel dickere Membran zu durchdringen vermag, warum sollte die ebenfalls aus einer Cellulosemasse bestehende Membran der Peridineen zum Durchdringen des Sauerstoffs der Poren benöthigen?

Wenn man sich aber zu der Annahme des extramembranösen Plasmaschlauches versteht, so ist damit nicht nur die Berechtigung, sondern geradezu die Nothwendigkeit der Poren gegeben, weil man dann fordern muss, dass die durch die todte Membran getrennten Plasmakörper, der extramembranöse und der intramembranöse, durch Leitungen von lebendem Plasma in Verbindung stehen. Die Poren erfüllen nun in einfachster Weise den Zweck der Verbindung des inneren und äusseren Plasmatheiles durch lebende Masse.

Man könnte nun fragen, wozu soll der extramembranöse Plasmaschlauch überhaupt dienen? Würde ein solcher äusserer Schlauch der lebenden Zelle nicht mehr Nachtheile durch Vergrösserung der Angriffspunkte gegen die Aussenwelt gewähren, als er Vortheile darbieten könnte?

Was die Nachtheile durch die Vergrösserung der Angriffsfläche betrifft, so fällt diese bei der Feinheit der äusseren Schicht nicht ins Gewicht, da die Schicht für grössere Feinde, die den Panzer scheuen, zu unbedeutend ist und noch dazu wegen der Panzerstrukturen zu schwer zu erlangen ist; kleinere Feinde, wie Bakterien, dürften aber schon von der Schleimschicht, die allem Anschein nach überall die Plasmahautschicht umgiebt, mechanisch zurückgehalten werden.

Was dann die Vortheile der plasmatischen Aussenschicht betrifft, so ergiebt sich die Antwort aus der Entwicklungsgeschichte. Aus mechanischen Gründen, zum Zweck der vergrösserten Zellfestigkeit erhält die Membran, wie früher erörtert worden ist, leistenförmige Versteifungen nach aussen. Diese Membranbildung geht bei den Peridineen in der Weise vor sich, dass eine feine Membran ausgeschieden wird, welche die Oberflächenstrukturen noch nicht besitzt. Die Membran wächst dann in die Dicke. Die partiellen Membranverdickungen, die Leisten, Stacheln u. s. w., legen sich aussen in centrifugaler Richtung wachsend, auf die Membran auf. Diese äusseren Membrananhänge vergrössern sich also, ohne nach der landläufigen Annahme mit dem Plasma in direkter Verbindung zu stehen. Darnach ist aber dieses centrifugale Dickenwachsthum schwer zu verstehen. Man kann zwar annehmen, dass das Baumaterial, das zu dem an der Aussenseite der Membran stattfindenden Wachsthum nöthig ist, von dem der Membran innen angrenzenden Plasmatheile austretend, die Membran durchdringe und sich zwischen die schon vorhandenen Moleküle derselben einlagere oder sogar sich nach aussen auflagere, so die Dicke der Membran vermehrend. Es käme auf diese Weise eine gleichmässige Verdickung der Membran zu Stande. Es ist aber nicht anzunehmen, dass die komplicirten,

auf die Aussenfläche der fertig gebildeten Membran aufgesetzten lokalen Verdickungen, die soliden Leisten, Stacheln, Kämme, die bald gleichmässig dick sind, bald sich zuschärfen, bald noch besondere Zeichnungen tragen, auf diese Weise ausgeschieden werden können, man müsste denn eine eigenthümliche, sehr komplicirte Bildungsfähigkeit in die doch nicht zum lebenden Zellkörper gerechnete Membran hineinlegen, also ihr eine Funktion zutheilen, die nur dem lebenden, bildungsfähigen und aktiv bauenden Plasma zugeschrieben werden kann.

Besonders augenfällig wird dies, wenn man die hohen Flügelleisten mancher Formen, z. B. von *Ornithocercus splendidus* (Tafel 5, Fig. 22) betrachtet. Die Flügelleisten werden als ganz schmale, dünne Verdickungen auf der Membranaussenseite angelegt und erheben sich hier bald als Lamellen von grosser Komplikation im Bau; sie wechseln nicht nur ihre Richtung zur Muttermembran, sondern auch ihre Dicke und ihre Struktur; Leisten treten auf ihnen auf, die der dünnen Lamelle in ähnlicher Weise eine grössere mechanische Festigkeit verleihen, wie die Blattnerven den Laubblättern der Pflanzen. Diese Verdickungsstützleisten wechseln selbst wieder ihre Dicke, ihre Richtung; sie anastomosiren miteinander, bilden hier vollständige Leistennetze, dort Parallelzüge, hören an manchen Stellen ganz auf, an anderen treten ohne Verbindung mit der Muttermembran neue auf, kurz die Komplikation dieser Bildungen ist nicht geringer als die der eigentlichen Zellwand selbst. Dabei sind diese Verdickungen bei ihrer Entstehung schon weit vom innern Protoplasma entfernt, in manchen Fällen ist diese Entfernung viel grösser als der ganze Zelldurchmesser.

Wenn wir nun annehmen, dass der Plasmakörper auf den von der Zellmembran umschlossenen Hohlraum beschränkt sei, so müsste der Bildungsstoff für diese centrifugalen Membranverdickungen als lösliche chemische Verbindung vom Plasmakörper aus durch die Cellulosehülle bis auf die Aussenwand der Zelle hindurch dringen, hier in die Flügelleisten eindringen, in diesen aufsteigen und, nachdem sie darin einen oft langen Weg zurückgelegt, an bestimmter Stelle als unlösliche Cellulose zur Ausscheidung kommen, dadurch das Weiterwachsthum der Flügelleisten in ihrer komplicirten Form bedingend. Damit wird aber sowohl der leblosen Cellulosehülle wie der in sie eindringenden unorganisirten, hypothetischen Celluloselösung eine Bildungsfähigkeit und eine Auswahl in ihren Handlungen zugeschrieben, wie wir sie bisher nur dem lebenden Protoplasma selbst zuzuschreiben gewohnt sind. Diese Annahme führt demnach bei dem centrifugalen Dickenwachsthum zu unlösbaren Räthseln.

Beim Vorhandensein eines extramembranösen Plasmaschlauches ist die Erklärung des komplicirten, centrifugalen Dickenwachsthums der Membran jedoch nicht schwerer als die des gewöhnlichen inneren partiellen, centripetalen Dickenwachsthums, wie etwa der ring- oder spiralförmigen inneren Verdickungen der Zellwand der Phanerogamengefässe. Es ist dann die durch die Poren stetig ergänzte und ernährte, der Membran aussen eng aufliegende Plasmaschicht (der extramembranöse Plasmaschlauch) die Mutter der lokalen Verdickungen, indem sie an den durch das Bildungsgesetz der Art bestimmten, unter ihr liegenden Stellen das Material zu den nach aussen vorschreitenden Verdickungen ausscheidet.

Es braucht dann auch keine unbekannte Cellulosel ö s u n g von innen nach aussen hindurch zu filtriren, um sich hier an genau vorgeschriebener Stelle als unlösliche Cellulose

niederzuschlagen, sondern da der extramembranöse Plasmaschlauch ebenso die Fähigkeit des Stoffwechsels hat, wie der intramembranöse, so wird die Cellulosemasse von dem anliegenden Plasmaschlauch an Ort und Stelle durch Stoffumsetzung aus anderen löslichen Stoffen erst erzeugt und an seiner Erzeugungsstelle als unlösliche Cellulose direkt ausgeschieden. Die räthselhafte Erscheinung des centrifugalen Dickenwachsthums der Zellmembran erhält also durch die Beobachtung des extramembranösen Plasmaschlauchs auf denkbar einfachste Weise ihre Erklärung.

Extramembranöser Plasmaschlauch bei anderen Gruppen. Die Annahme des extramembranösen Plasmaschlauchs ist bis jetzt noch so heterodox, dass es nicht überflüssig sein wird, auch bei andern Einzelligen umzuschauen, ob sich nicht auch bei ihnen Gründe für das Vorhandensein eines solchen Schlauchs finden lassen.

Bei Besprechung der Membran ist schon erwähnt, dass Peridineen und Diatomeen grosse Aehnlichkeit in der Membranbildung besitzen. Hier interessirt uns namentlich die Struktur der Diatomeenmembran, die ein ganz ähnliches centrifugales Dickenwachsthum haben muss, wie die Peridineenmembran. Wir sahen oben, dass die Membranverdickung in Gestalt von meist areolär verbundenen Leistenzügen auf die Aussenseite der Membran aufgesetzt wird. Es wäre interessant, zu erforschen, ob dieses Dickenwachsthum der Diatomeenmembran sich ebenso wie bei den Peridineen auf die Thätigkeit eines extramembranösen Plasmaschlauchs zurückführen lässt. Die Schwierigkeiten sind bei den Diatomeen dieselben wie bei den Peridineen, aber die Grundlagen der Erkenntniss liegen dafür auch ähnlich. Direkt gesehen ist dieser Schlauch bei den Diatomeen nicht, doch spricht die Aehnlichkeit der Struktur auch für Aehnlichkeit der physiologischen Verhältnisse. Ohne die Annahme des äusseren Schlauchs lässt sich die Entstehung der auf die Aussenfläche der Membran aufgesetzten und centrifugal wachsenden Verdickungsleisten, die sich in ähnlicher Weise, wenn auch weniger stark wie bei den Peridineen kompliciren, ebenso wenig erklären wie bei den Peridineen; nur ist die Schwierigkeit nicht so auffällig, weil die Verdickungsleisten, getrennt vom Cytoplasma, nicht so monströs stark hinauswachsen. Aber im Princip ist die Sache doch nicht viel anders, denn dass ein so »verwickelter Fall centrifugaler Wandverdickung«, wie ihn Müller für *Triceratium Favus* Ehrbg. beschrieben[1]), durch die Grundmembran vollständig vom Plasma getrennt nach aussen hervorwachsen soll, ist auch nicht viel wahrscheinlicher als das Wachsthum der Flügelleisten von *Ornithocercus splendidus*, wenn auch die Wandverdickungen der Diatomeen nicht so gross sind wie die der Peridineen. Besonders schwerwiegend ist es, dass in der Diatomeenmembran dieselben feinen Pünktchen gefunden werden, die ich nicht anstehe, hier ebenso gut für Durchbrechungen (Poren) der Membran zu halten, wie bei den Peridineen. Diese Poren dürften dann auch denselben Zweck haben, wie bei den Peridineen, nämlich das Innenplasma direkt mit der Aussenwelt zu verbinden. Dass das Plasma durch diese feinen Poren direkt nach Aussen vortreten soll, klingt etwas absonderlich, doch verliert sich viel von dem Wunderbaren, wenn man bedenkt, dass in Wirklichkeit schon in der Naht Durchbrechungen der

[1]) Sitzungsberichte d. Berliner Ges. naturforsch. Freunde, 1871, p. 74. Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv, 1871, p. 619. Pfitzer, Die Bacillariaceen in Schenk's Handbuch der Botanik, Bd. 2, p. 416.

Membran vorhanden sind, und ferner dass nachgewiesen ist, dass durch diese das Plasma wirklich mit der Aussenwelt in direkter Verbindung steht[1]).

Die Annahme der extramembranösen Plasmaschicht, die ihrerseits wieder eine gallertartige Aussenschicht besitzt, macht das Zustandekommen des centrifugalen Dickenwachsthums ebenso leicht verständlich wie bei den Peridineen. Morphologische Schwierigkeiten liegen weiter nicht vor, als dass die Schicht nicht direkt gesehen ist, doch darf uns dies bei der Schwierigkeit des Objekts nicht wundern; ich halte es darum nur für eine Frage der Zeit, dass die extramembranöse Plasmaschicht bei den Diatomeen direkt gefunden wird.

Einen weiteren Wahrscheinlichkeitsgrund für das Vorhandensein des extramembranösen Plasmas bei den Diatomeen glaube ich in der Bildung der sog. Gallertstiele und Gallertschläuche gefunden zu haben. In meinem Pflanzenleben der Hochsee habe ich die Diatomeen biologisch in zwei Hauptgruppen, in Planktondiatomeen und Grunddiatomeen, geschieden. Die Grunddiatomeen lassen sich weiter trennen in frei bewegliche, kriechende Diatomeen à la Navicula und in festgewachsene. Die festgewachsenen wiederum lassen sich in zwei Grundtypen scheiden, in Stieldiatomeen und Schlauchdiatomeen.

Fassen wir zuerst die Stieldiatomeen ins Auge. Eine Anzahl Diatomeen wie *Cocconema, Podosphenia, Rhipidophora, Licmophora, Gomphonema, Achnanthes* u. a. m. heften sich am Substrat mittelst eines weichen Stieles fest. Schon ein Blick auf die vorzüglichen alten Abbildungen von Tuffen West[2]) lehrt, dass diese Stiele keine einfache, unorganisirte Gallertausscheidung sind, die als verflüssigte äussere Membranschicht aufgefasst werden könnten, sondern dass sie wachsthumsfähige, organisirte Gebilde sind. Das Wachsthum erfolgt bei jeder Art nach einer ihr eigenen Wachsthumsregel. Bei der einen Art entwickelt sich ein langer, bei der andern ein kurzer Stiel, bei der einen ist er dick, bei der andern ist er dünn. Vor allen Dingen besitzt er auch die Fähigkeit, sich zu verzweigen, und diese Verzweigung ist keineswegs einfache Folge der Zelltheilung, sondern der Stiel hat seine ihm eigene, von der Zelltheilung natürlich abhängige, aber doch ihr nicht direkt folgende Verzweigungsregel, die bei verschiedenen Arten verschieden ist. Bei der einen Art verzweigt er sich gar nicht, indem die Tochterzellen keinen neuen Stiel ausbilden, sondern aneinanderhaftend auf dem einen Stiel vereinigt bleiben *(Achnanthes brevipes)*, oder indem jede neue Zelle einen neuen Stiel ausbildet *(Isthmia anervosa)*. Bei der andern Art verzweigt sich der Stiel mit jeder neuen Zelltheilung *(Gomphonema geminatum* und viele andere). Bei noch andern bleiben alle nebeneinander auf einem dicken, gemeinsamen Stiel vereinigt *(Synedra pulchella)*. Bei wieder anderen bleiben mehrere Zellen auf dem alten Stiel vereinigt und nur von Zeit zu Zeit findet mit einer Zelltheilung auch eine Stieltheilung statt *(Licmophora flabellata)*. Dabei wachsen die Stiele noch lange nach der Zelltheilung in die Länge, sodass oft ganz komplicirte Bäumchen entstehen. Wie ist diese besondere Wachsthumsfähigkeit der Stiele zu erklären? Nach der gewöhnlichen Annahme, dass

[1]) O. Bütschli, Verhandl. d. Naturhist.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., IV. Bd., 5. Heft, 1891. Otto Müller im Ber. d. d. Bot. Ges. 1894, p. 136. Lauterborn in Verh. d. Naturhist.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., V. Bd., 2. Heft.

[2]) In William Smith, A Synopsis of the British Diatomaceae.

das Plasma nur innerhalb der Membran enthalten sei, würde der Stiel nur mit der todten Aussenschicht des Kieselpanzers, mag diese verkieselt oder verschleimt sein, in Berührung sein, dann lässt sich sein besonderes Verhalten meines Erachtens nicht erklären, wohl aber ist dieses leicht verständlich, wenn man annimmt, dass der Panzer wie bei den Peridineen mit einer extramembranösen Plasmaschicht überzogen ist, die nach innen die Kieselmembran, nach aussen den weichen Stiel an bestimmten Stellen ausscheidet.

Aehnlich verhält es sich auch bei den Schlauchdiatomeen. Hier bleiben die aus einer Mutterzelle durch Theilung entstandenen Zellen zu einer Kolonie vereinigt, die von einem dünnen, weichen und doch haltbaren, fadenförmigen, verzweigten oder unverzweigten Schlauch zusammengehalten wird. Der feste Schlauch ist von einer Flüssigkeit erfüllt, in der die einzelnen Zellen frei beweglich sind, indem sie sich darin wie die frei kriechenden Bodendiatomeen hin- und herschieben und auch aneinander vorbeikriechen können. Der biegsame und doch feste Schlauch ist mit dem innern Plasma keiner der bewohnenden Zellen in Zusammenhang, er umschliesst die Zellen meist auch nur so locker, dass grosse Lücken frei sind, die nicht nur nicht mit Plasma des Zellinnern, sondern selbst mit dem Zellpanzer keiner Zelle in Berührung sind, trotzdem ist er wachsthumsfähig und dieses Wachsthum folgt ebenso wie die Stielbildung bestimmten, für die Art feststehenden Gesetzen. Der Schlauch kann sich dabei ebenso wie die Stiele verzweigen. Wie ist dieses Wachsthum des Schlauchs zu erklären? Wenn die lebende Zelle von dem Kieselpanzer aussen vollkommen abgeschlossen wäre, so könnte ich mir kein Bild davon machen, wohl aber erklärt sich auch diese Schwierigkeit, wenn man die Existenz der extramembranösen Plasmaschicht annimmt. Dann ist der Schlauch überall da, wo eine Zelle ihm anliegt oder an ihm langgleitet mit lebendem Plasma in Verbindung. Die Zelle kann ihn durch ihren Druck bei der Vorwärtsbewegung dehnen und zugleich Substanz, die an der Berührungsstelle von der extramembranösen Plasmaschicht ausgeschieden wird, anlagern, und damit Wachsthum des Schlauchs besorgen. Auch die regelmässige Verzweigung findet damit ihre Erklärung, indem dann nur nach einer bestimmten Anzahl von Zelltheilungen eine Zelle statt in der Längsaxe weiter zu bauen, seitlich zu drängen und dort Stoff abzulagern braucht, um einen Seitenzweig des Schlauchs auszustülpen, der bei der Theilung der Zelle in der einmal angefangenen Richtung weiter vergrössert und ausgebaut wird. Die hierzu nöthige Annahme, dass eine Reihe von Zellgenerationen sich gleich verhält, d. h. in derselben Richtung weiter baut, und dann durch Theilung einer Zelle eine Generation entsteht, die sich anders verhält, d. h. seitlich baut und damit Verzweigung herbeiführt, kann nicht mehr so wunderbar erscheinen, nachdem ich für *Chaetoceras* nachgewiesen [1]), dass bei koloniebildenden Diatomeen Aehnliches vorkommt, indem bei kettenbildenden *Chaetoceras* eine Reihe von Zelltheilungen gleich verläuft, wodurch die Kette verlängert wird, und darauf eine Zelltheilung 2 andere Schalen ausbildet, wodurch die Kette in 2 Tochterkolonien getheilt wird.

Auch die schon bekannte Ausbildung fast unsichtbarer Gallerthüllen um Diatomeenzellen dürfte sich am leichtesten mit der Annahme der extramembranösen Plasmaschicht

[1]) F. Schütt, Ueber die Diatomeengattung *Chaetoceras*. Bot. Ztg. 1888.

erklären lassen. Wenn man die Zelle von einem undurchbrochenen Kieselpanzer abgeschlossen denkt, so macht die Erklärung dieser Gallertschicht Schwierigkeit, da ja die äussere Schicht des Kieselpanzers in ihrer feinsten Struktur auch bei der Gallertbildung gut erhalten bleibt; wenn der Panzer jedoch von zahlreichen Poren durchbrochen ist, sodass das Plasma direkt mit dem umgebenden Wasser kommuniciren und seine geformten Produkte direkt in das Wasser ausscheiden kann, so ist die Ausscheidung einer vollkommenen Gallerthülle nicht mehr schwierig zu erklären, selbst wenn diese Hülle bestimmt geformte innere Strukturen hat (Schalenbildung, Schichtenbildung, Radialstreifung u. s. w.), wie ich dies in einzelnen Fällen für die Gallerthülle der Peridineen nachgewiesen habe.

Ob auch bei andern Einzelligen die Annahme der extramembranösen Plasmaschicht möglich oder nöthig ist, kann ich jetzt noch nicht entscheiden, ich muss mich hier darauf beschränken, bei zwei grossen Gruppen auf dieses Verhalten hingewiesen zu haben.

Theoretische Ausblicke. Abgesehen von der Möglichkeit der Erklärung des centrifugalen Dickenwachsthums der Membran, ist die extramembranöse Plasmaschicht noch insofern von allgemeiner theoretischer Bedeutung für die Zellenlehre, als dadurch die Zellmembran eine ganz andere morphologische Stellung bekommt. Sie erscheint dann nicht mehr als eine nach aussen ausgeschiedene todte Haut, sondern sie erhält den Rang eines intracellulären Skeletts in einer Zelle, bei der allerdings der extramembranöse Plasmatheil nur eine minimale Dicke besitzt.

Damit wird ferner eine Kluft zwischen der gewöhnlichen Auffassung der behäuteten Protistenzellen und den sonderbaren oben beschriebenen intracellulären Skeletten bei *Gymnaster* und *Monaster* [1]) überbrückt.

Bei manchen Protozoengruppen sind intracelluläre Skelette sehr verbreitet. Es wird also durch das extramembranöse Plasma, welches die Membran als eine intracelluläre Bildung auffassen lässt, ein Baustein beigetragen zur Ueberbrückung der Kluft, einerseits zwischen den Peridineen und Protozoen mit entschiedener Tendenz zur phylogenetischen Entwicklung nach der animalischen Seite, andererseits zwischen den Peridineen und Diatomeen, die entschieden zur Pflanzenseite der Protistengruppe hinüberneigen.

Ein vergleichender Blick auf die höheren Pflanzengruppen eröffnet eine noch weitere Perspektive für den theoretischen Ausbau der Zellenlehre. Vergleicht man das extramembranöse, durch Poren mit dem intramembranösen Plasma in Verbindung stehende Plasma mit dem durch Poren in der Membran mit dem Zellplasma in Verbindung stehenden intercellulären Plasma der Gewebe der zusammengesetzten Algen und höherer Pflanzen, welches die Zellen des Staates untereinander in Verbindung setzt, und dadurch die ganze Pflanze zu einem lebenden Ganzen vereinigt, so wird man nicht umhin können, das extramembranöse Plasma der Peridineen für das morphologische Homologon des Intercellulärplasmas der höheren Pflanzen zu halten. Es liegt also das im Intercellulärplasma enthaltene, für die theoretische Gesammtauffassung der Individualität, der aus vielen Einzelzellen zusammengesetzten Zellstaaten so wichtige verbindende

[1]) F. Schütt. Sulla formazione scheletrica intracellulare di un dinoflagellato. Neptunia. Rivista mensile 1891, und oben p. 31.

Lebenselement in der Anlage auch schon bei den niedersten Stufen des Protistenreichs vor. Damit haben wir eine Auffassung gewonnen, die wieder neue Gesichtspunkte für die Zellenlehre und ihre Beziehung zur Gewebelehre eröffnet.

3. Amoeboidalplasma.

Austritt von Fäden. Einen der merkwürdigsten Vorgänge des Plasmalebens der Peridineenzelle bietet *Podolampas bipes* dar, wenn dieses einige Zeit unter Deckglas gehalten wird (cf. Tafel 19, Fig. $56,_1$ u. $56,_{13-21}$).

Die vorhin mittelst der Geisseln lebhaft bewegliche Zelle stellt ihre regelmässige Bewegung ein, bewegt sich mehr ruckweise und verliert dann die Geisseln ganz. Nun werden durch die früher schon erwähnte siebartige Durchbohrung der Membran hindurch einzelne der feinen Fäden oder Nadeln des für die Gattung *Podolampas* typischen, ebenfalls oben beschriebenen Fadenbündels mit grosser Gewalt in der Richtung der Längsaxe nach hinten pfeilartig hervorgeschleudert (Fig. $56,_{16}$). Erst einzeln später in kleinen Büscheln schiessen sie unter schlängelnder Bewegung durch das Wasser. Durch Jodwasser fixirt lassen sie sich als sehr feine, im Verhältniss zu der Grösse, dünne, sehr lange, meist ein wenig gebogene Nadeln erkennen.

Amoeboides Plasma mit Pseudopodien. Darauf tritt aus der Geisselspalte eine Plasmamasse heraus, welche in ihrem Inneren zahlreiche Körnchen enthält. Sie wächst, indem von Innen aus der Zelle neue Masse nachströmt, verzweigt sich und kriecht, indem sich die einzelnen Zweige wieder wechselnd verzweigen, als amöboid bewegliche Plasmamasse über das Substrat hin (Fig. $56,_{18-20}$). Die Zweige können zu langen, dünnen, unregelmässig geformten, oft anastomosirenden Pseudopodien anwachsen.

Während der Bildung der Pseudopodien dauert anfangs das oben beschriebene Hervorschiessen der Fäden noch fort, hört jedoch allmählich auf, ohne dass der ganze im Inneren der Zelle aufgespeicherte Vorrath an Fäden vollkommen aufgebracht wäre, und nur die amöboide Bewegung dauert noch an.

Im Inneren der äusseren Plasmamasse treten später vakuolenartige, körnerfreie Räume auf. Stellenweise schwellen auch einzelne Zweige der amöboiden Masse, selbst dort, wo sie fadenartig dünn sind, zu beträchtlichen hyalinen, kugeligen Vakuolen auf.

Die Zelle ist während dieses Processes durch die Pseudopodien an dem Substrat (Objektträger) befestigt, und bewegt sich mittelst desselben nicht selten in schwankender, schaukelnder Weise, indem der ganze Körper mit mehr oder minder erhobenem Apex um die Stelle des amöboiden Plasmas, welche das Substrat gerade berührt, sich pendelnd in unregelmässigen, oft wechselnden Zwischenräumen und wechselnder Richtung hin- und herbewegt.

Schliesslich endet der Process mit dem Tode der Zelle und er muss auch damit enden, weil alle Peridineen den Aufenthalt unter Deckglas nicht lange aushalten. Der Austritt des Amoeboidalplasma der Podolampaceen erinnert an den Austritt von Körnerplasma aus den Ceratienzellen, aber das erstere zeigt gegenüber dem letzteren, das sogleich nach dem Austritt aus der Membran abstirbt, eine so grosse Lebensfähigkeit, dass ich es trotz dieses letalen Ausganges nicht für unbedingt ausgemacht halte, dass der Process der Pseudopodienbildung der

Podolampaceen als tödtliche Krankheit der Zelle aufzufassen sei. Es scheint mir sehr wohl möglich, dass derselbe auch im normalen Leben der Zelle eine Rolle spiele, indem er der Zelle ermöglicht, sich unter bestimmten Verhältnissen, unter Aufgabe der freien Beweglichkeit durch Schwimmen, an ein Substrat anzuheften.

Dieser Process, der am schönsten bei *Podolampas bipes* zu studiren ist, weil er hier wegen des besonders kompakten Baues des Fadenbündels, wie der übrigen Zellbestandtheile, besonders deutlich ist, verläuft auch in gleicher Weise bei den anderen Gliedern der Gattung *Podolampas (P. palmipes* und *P. elegans).* Auch bei *Blepharocysta splendor maris,* welche sich in ihrem Zell-Aufbau der *Podolampas*-Gruppe sehr nähert, habe ich den Process der Aussendung amöboiden Plasmas, wenn auch nicht so schön wie bei dem robuster gebauten *Podolampas bipes,* konstatiren können.

Bei der erwähnten Peridineengruppe ist dieses Verhalten typisch; bei anderen, nicht zu dieser Gruppe gehörenden Peridineen habe ich es nicht gefunden.

4. Plasmatische Zellanhängsel.

Anschliessend an das extramembranöse Plasma sind hier zwei eigenartige plasmatische Bildungen zu erwähnen, die den Charakter extramembranöser, protoplasmatischer Anhangskörper tragen.

Chromatosphärensack.

Bei *Blepharocysta splendor maris* fand ich ein schwellblasenähnliches, plasmatisches Zellanhängsel mit chromatophorengelbem Inhalt[1]). Dieser gelbe Inhalt wurde aus gelben Kugeln, Chromatosphären, gebildet, die bei Besprechung der Chromatophoren (p. 69) beschrieben sind.

Phaeosomen.

Ein ebenso sonderbares extracelluläres Plasmagebilde, wie das oben beschriebene, fand ich bei *Ornithocercus magnificus* Stein. Die Querfurche hat hier eine von den übrigen Peridineen sehr abweichende auffallende Umbildung erfahren. Bei den meisten Peridineen ist die Querfurche nur eine flache, gebrochen ringförmige Einschnürung des Körpers. Meistens wird sie dadurch scheinbar bedeutend vertieft, dass sich auf ihrem Rande senkrecht vom Körper abstehende, membranöse Flügelleisten erheben. Diese Flügelleisten sind nun bei der erwähnten Art so vergrössert, dass sie einen beträchtlichen Hohlraum umschliessen, der gegen die Aussenwelt durch die feste Membran relativ gut geschützt ist, und der nur durch die schmale Spalte zwischen den äussersten Rändern der Flügelleisten äusseren Angriffen ausgesetzt ist[2]). In diesem äussersten Randtheile der Furche schwingt die Querfurchengeissel, während die Furche in der Tiefe eine Anzahl von kleinen, kurzen, dicken, an den Enden abgerundeten Stäbchen oder bohnenförmigen Körperchen birgt[3]). Diese kleinen Bohnen, oder »Phaeosomen«

---

[1]) Tafel 20, Fig. $61,_{10-14}$.
[2]) Tafel 5, Fig. $21,_{4-5}$.
[3]) Tafel 5, Fig. $21,_{1-2}$.

will ich sie nennen, sitzen mit ihrem einen Ende der Zellmembran in der Tiefe der Querfurche an, während das andere Ende nach dem von den umgebenden Flügelleisten freigelassenen Spalt schaut. Da sie den nächstliegenden radialen Strahlenrippen der begrenzenden Flügelleisten parallel liegen, und dabei bis zur gegenseitigen Berührung dicht aneinander gelagert sind, so füllen sie den unteren Theil des durch die Flügelleisten gebildeten Hohlraumes vollkommen aus. Indem sie nach unten durch die Zellmembran, seitlich einerseits durch die Flügelleisten, andererseits durch die gegenseitige Berührung gedeckt werden, bleibt nur das äussere abgerundete Ende der kleinen Stäbchen der unmittelbaren Berührung der Aussenwelt ausgesetzt. In manchen Fällen sind sie so dicht gedrängt, dass einzelne der Bohnen, die zuweilen in unregelmässiger Lagerung über dem Haufen liegen, wie aus dem allgemeinen Verbande herausgepresst erscheinen. Der äusserste Rand des von den Flügelleisten freigelassenen Zwischenraums bleibt frei von Bohnen; in ihm schwingt die Querfurchengeissel.

Die bohnenförmigen Stäbchen sind ziemlich stark lichtbrechend und von einer hellkaffeebraunen Farbe, die sich durch ihren braunen Ton, dem das charakteristische Gelb der Chromatophorengrundfarbe zu fehlen scheint, von allen mir bekannten Chromatophoren unterschieden.

Sie lassen im lebenden Zustande eine äussere dichtere Schicht, und im Inneren ein feines dichteres Stäbchen erkennen, erscheinen aber im Uebrigen homogen. Sie lassen sich gut fixiren, verändern aber beim Absterben die Farbe ebenso wie die Chromatophoren, indem diese von braun in einen schmutzigen, gelbgrünen Ton umschlägt. Gleichzeitig treten Füllungen im Inneren derselben auf, sodass die vorher homogene Grundmasse jetzt fein granulirt erscheint.

Durch Kalilauge werden sie erst grünlichgelb und dann ähnlich wie die Chromatophoren fast entfärbt. Durch Jodjodkalium werden sie nur wenig gefärbt. Bei einer Einwirkung des Jods, die das Plasma dunkelbraun färbte, erschienen sie nur gelbbraun. Durch Alkohol und Aether werden sie nicht verändert, bei Behandlung mit Kernfärbungsmitteln werden sie etwas dunkler gefärbt als das Cytoplasma, etwa wie die Kerngrundmasse. Im Inneren kann man dann ein oder mehrere, so dunkel wie das Chromatin des Kerns gefärbte Körnchen erkennen [1]).

Es ist hiernach wohl anzunehmen, dass wir es in den Bohnen mit plasmatischen Gebilden zu thun haben, ihr morphologischer Charakter lässt sich jedoch nach den bisherigen Befunden nicht sicher ermitteln. Die Färbung und das Verhalten der Farbe gegen Reagentien würde auf Chromatophoren deuten, wenn nicht die abweichende Farbennuance, die Lagerung und Form der Körper gegen diese Annahme spräche.

Die Frage, ob wir es hier etwa mit extracellulären Nesselkapseln zu thun haben, wäre noch diskutirbar, doch fehlen darüber weitere Anhaltspunkte. Grössere Wahrscheinlichkeit scheint mir die Annahme zu besitzen, dass die Phaeosomen dem Fortpflanzungsprocess dienen.

[1]) Tafel 5, Fig. $21_{,3c}$.

Dass hier Fremdkörper vorliegen, die sich von aussen an die Zelle angesetzt haben, ohne in organischem Zusammenhang mit der Zelle zu stehen, glaube ich nicht, erstens weil sie typisch immer nur an der beschriebenen Stelle der *Ornithocercus*-Zelle sich fanden, während Fremdkörper (die an sich auch wiederum ebenso merkwürdig sein würden) sich auch wohl an anderen Stellen ansetzen würden, zweitens weil ich sie nur bei Formen fand, deren Querfurchenflügelleiste eigens zur Aufnahme dieser Körper umgebildet zu sein scheinen, drittens weil sie für diese Formen den grössten Theil des Winters 1888—89 hindurch im Golf von Neapel typisch waren. Lange Zeit hindurch fand ich nämlich alle Exemplare von *Ornithocercus magnificus* mit den erwähnten Phaeosomen in der Querfurche versehen. Gegen Ende des Winters aber fand ich anfangs einzelne, dann mehr und schliesslich alle Exemplare ohne diese Körper. Bei den Zellen von *Ornithocercus magnificus* aus dem tropischen Atlantischen Ocean fand ich die Phaeosomen ebenso wie im Mittelmeer.

Bei *Ornithocercus magnificus* lässt sich schon nicht erkennen, dass in den Querfurchenflügelleisten ein ganz auffallender, vor der Auffindung der Phaeosomen schwer verständlicher Bau vorliegt. Noch deutlicher ist dies bei *Histioneis*. Hier sind die Flügelleisten so ausgebildet, dass sie tiefe, voluminöse Vorrathstaschen bilden, deren Zweck mir vollständig unverständlich blieb, bis ich eine lebende Zelle zu Gesicht bekam, deren Flügelleistentasche mit ganz ähnlichen Phaeosomen ausgefüllt war [1]), wie die tiefe Höhlung zwischen den Leisten von *Ornithocercus*. Dass hier kein Spiel des Zufalls vorliegt, liegt auf der Hand. Wenn auch das Wesen der Phaeosomen noch nicht ermittelt ist, so lässt sich doch aus dem Bau der Zelle entnehmen, dass sie keine zufällig an die Zelle gerathenen Fremdkörper mehr sein können, sondern wichtige Theile der Zelle, die freiere Verbindung mit dem umgebenden Wasser haben sollen und doch des Schutzes von fester Membran bedürfen.

Noch auffallender sind die Bauverhältnisse von *Citharistes* [2]). Hier erleidet der ganze Körper, verglichen mit dem rundlichen Grundtypus der Familie, eine Deformation, die sich als eine Streckung des Zellkörpers, verbunden mit Krümmung in der Sagittalebene, auffassen lässt. Der hufeisenförmige Körper umschliesst einen nach drei Seiten sehr gut geschützten Hohlraum, der aber durch Stachelleisten noch weiter geschützt wird. Die Zelle besitzt einen starken Hinterstachel (Fig. $24,_1$ *Hs*). Dieser Stachel ist bei *Citharistes* in der Weise nach vorn umgelegt, dass er sich so dicht an den vorderen Hufeisenflügel anlegt, dass zwischen ihm und dem hinteren Querflügelleistenrand nur ein feiner Spalt bleibt. Dadurch ist der Raum auch nach der Dorsalseite geschützt. Der Raum ist dann noch seitlich durch feine Seitenleisten des Stachels, die ventralwärts umgeschlagen sind (Tafel 5, Fig. $24,_{1-2}\,a\,Fl$), fast vollkommen abgeschlossen.

Es ist hier mit grossem Aufwand ein gut geschützter, extramembranöser Hohlraum geschaffen, der sicher nicht ein blosses Spiel des Zufalls ist. In diesem geschützten Hohlraum fand ich bei den wenigen Zellen, die ich bisher sehen konnte, Körper (Tafel 5, Fig. $24,_{1-2}\,Ph$), die ich mit den Phaeosomen von *Ornithocercus* für homolog halte. Leider habe ich die Zellen

[1]) Tafel 5, Fig. 23.

[2]) Tafel 5, Fig. $24,_{1-2}$.

von *Citharistes* nur konservirt gesehen und konnte darum die Farbe der bohnenförmigen Körper nicht mehr bestimmen, ich glaube aber, man wird sie hier ebenso wie bei den vorhin erwähnten Gattungen als hell kaffebraun annehmen dürfen.

Ornithocercus, *Histioneis* und *Citharistes* sind nahe Verwandte, alle drei besitzen eine auffallende Abweichung vom Familientypus, der eigens für Aufnahme der Phaeosomen gebildet zu sein scheint und bei allen dreien sind auch die Phaeosomen, die die Bauverhältnisse erklären, wirklich gefunden worden. Dies alles vereinigt sich, um die Phaeosomen als wichtige extramembranöse Plasmatheile zu charakterisiren, die für diese drei Gattungen wohl eine hervorragende Bedeutung haben müssen, wenn wir auch diese Bedeutung zur Zeit noch nicht angeben können.

Peridineen-Litteratur.

1. Müller, O. F., Historia vermium terrestrium et fluviatilinm. Hauniae 1773.
2. Müller, O. F., Zoologia danicae prodromus. Hauniae 1777.
3. Müller, Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Opus posthumum cura O. Fabrich. Hauniae 1786, p. 117, 136, 256—257, T. XVII 9—12; XIX 22; XXV 5—6, A—B.
4. Schrank, Fr. von Paula, Mikroskopische Wahrnehmungen, in: Der Naturforscher, herausgeg. von Walch, 27. Stück. 1793, p. 26—37, T. III.
5. Schrank, Fr. von Paula, Briefe naturhistorischen, physikalischen und ökonomischen Inhaltes an Herrn B. S. Nau. Erlangen 1802, p. 374—376, T. II.
6. Schrank, Fr. von Paula, Fauna Boica. III 2. 1803.
7. Nitsch, C. L., Beitrag zur Infusorienkunde, Neue Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Bd. III, Heft 1. 1817.
8. Vincents, Bory von, Encyclopaedie méthodique. Histoire naturelle Zoophytes. 1824.
9. Michaelis, G. A., Ueber das Leuchten der Ostsee nach eigenen Beobachtungen. Mit 2 Tafeln. Hamburg 1830.
10. Ehrenberg, Beiträge zur Kenntniss der Organisation der Infusorien und ihre geographische Verbreitung. Abhandlungen der Berliner Akademie a. d. J. 1830, p. 1—72.
11. Ehrenberg, Ueber die Entwickelung und Lebensdauer der Infusionsthiere. Abh. d. Berl. Akad. 1831.
12. Ehrenberg, Dritter Beitrag zur Erkenntniss grosser Organisation. Abh. d. Berl. Akad. 1833, p. 145.
13. Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres. Abh. d. Berl. Akad. 1834, p. 411.
14. Ehrenberg, Zusätze zur Erkenntniss grosser organischer Ausbildung in den kleinsten thierischen Organismen. Abh. d. Berl. Akad. 1835, p. 151.
15. Ehrenberg, Mittheilungen über die in den Feuersteinen bei Delitzsch vorkommenden mikroskopischen Algen und Bryozoen. 1836.
16. Ehrenberg, G., Die neuesten Fortschritte in der Erkenntniss der Infusorien als Felsmassen. Amtlicher Bericht über die Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Jena 1836.
17. Ehrenberg, Ueber das Massenverhältniss der jetzt lebenden Kieselinfusorien. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1836, p. 109.
18. Ehrenberg, Chr. G., Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Berlin 1838.
19. Ehrenberg, Ueber noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1839, p. 81—174.
20. Ehrenberg, G., Beobachtungen von 274 Infusorienarten. Monatsberichte der Berliner Akademie 1840, p. 197—219.
21. Werneck, Untersuchung über mikroskopische Organismen in der Umgebung von Salzburg. Mitgetheilt von Ehrenberg. Monatsber. d. Berl. Akad. 1841, p. 102—110 und p. 373—377.
22. Dujardin, F., Histoire naturelle des Zoophytes. Infusoires. Paris 1841.
23. Schmarda, L. K., Kl. Beiträge zur Naturgesch. d. Infus. Wien 1846.
24. Bailey, J. W., Microscopical observations made in South-Carolina, Georgia and Florida. Smithsonian contributions to knowledge. V. II. 1850. 3 T.
25. Cohn, F., Beobachtungen über mikroskopische Organismen. Monatsber. d. Berl. Akad. 1850. Anm. p. 57.
26. Perty, M., Zur Kenntniss kleinster Lebensformen nach Bau, Funktionen, Systematik. Bern 1852.

27. Ehrenberg, Chr. G., Ueber neuere Anschauungen des kleinsten nördlichen Polarlebens. Monatsber. d. Berl. Akad. 1853, p. 522—533.
28. Ehrenberg, Chr. G., Nova genera et novae species maris profundi. Monatsber. d. Berl. Akad. 1854, p. 236—250.
29. Ehrenberg, Chr. G., Mikrogeologie. Leipzig 1854.
30. Schmarda, L. K., Zur Naturgeschichte Aegyptens. Denkschr. der Wiener Akademie, Bd. VII, 1854, p. 28 m. 7 T.
31. Bailey, J. W., Notes on new species and localities of microscopical organisms. Smithsonian contributions to knowledge. Vol. VII, 1855.
32. Allmann, G. J., Observations on Aphanizomenon Flos-aquae, and a species of Peridinea. Quarterly journal of microscopical science. Vol. III, 1855, p. 21—25, Pl. III.
33. Claparède, E., et Lachmann, J., Études sur les infusoires et les rhizopodes. Genève. 1858.
34. Carter, H. J., Note on the red colouring matter of the sea round the shores of the island of Bombay. Ann. of nat. hist., III ser., Vol. I, 1858, p. 258—262.
35. Ehrenberg, C. G., Ueber das Leuchten und über neue mikroskopische Leuchtthiere des Mittelmeeres. Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1859, p. 727—738 u. 791—793.
36. Pritchard, A., A history of Infusoria, including the Desmidiaceae and Diatomaceae. 4th. edition. London 1861
37. Leuckart, Rud., Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während des Jahres 1859. Archiv f. Naturgeschichte, Bd. II, 1861.
38. Weisse, J. Fr., Verzeichniss aller von mir in einem 30jährigen Zeitraume zu St. Petersburg beobachteten Infusorien, Bacillarien und Räderthiere. Bull. de la soc. imp. de natur. de Moscou 1863, p. 236.
39. Clark, H. J., Proofs of the animal nature of the cilioflagellate Infusoria, based upon investigation of the structure and physiology of one of the Peridinia. Ann. of nat. hist. III ser., vol. XVI, 1865. Proc. Amer. Acad. Arts a. Sc., Bd. VI, 1866, p. 393—402.
40. Carter, H. J., Remarks on H. J. Clark's Peridinium cypripedium. Ann. Mag. Nat. Hist., 3 ser., Bd. 16, 1865, p. 399—402.
41. Clark, H. J., On the affinities of Peridinium cypripedium and Urocentrum turbo. Ann. Mag. Nat. Hist., III ser., Bd. 18, 1866, p. 2—6.
42. Clark, H. J., Preuves en faveur de la nature animale des infusories cilio-flagellés basée sur l'étude de la structure et la physiologie d'un Peridinium. Extr. Arch. phys. et nat. Genève. Nouv. périod., Bd. 26, 1866, p. 347—348.
43. Diesing, K. M., Revision der Prothelminthen. Sitzungsber. d. k. Akad. in Wien, Bd. 52, 1866, p. 287.
44. Willemoes-Suhm, R. von, Biologische Beobachtungen über niedere Meeresthiere. 1. Zur Entwickelung eines Peridinium. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie, XXI, 1871, p. 380—382. T. XXXI.
45. Carter, H. J., Note on freshwater species of Ceratium from the lake of Nynee Tal in Kumaon. Annals and magazine of nat. hist., IV ser., VII, 1871, p. 229—230.
46. Leuckart, Bericht über die Leistungen in d. Naturgesch. d. nied. Thiere a. d. J. 1870—1871. Archiv für Naturgesch., 1872, Bd. II, p. 189—358.
47. Bütschli, O., Einiges über Infusorien. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. IX, 1873, p. 657—678. T. XXV—XXVI.
48. Fromentel, E. de, Études sur les microzoaires ou infusoires proprement dits. Paris 1874.
49. Warming, E., Om nogle ved Danmarks kyster levende Bacterier. Vidensk. Medd. fra naturhist. Foren in Kjöbenhavn for Arret 1875, p. 414.
50. Darwin, Ch., Reise eines Naturforschers um die Welt. Uebers. v. Viktor Carus. Stuttgart 1875, p. 17—18.
51. Stein, Fr. von, Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth., I. Hälfte, Leipzig 1878, p. 88—96.
52. Joseph, G., Ueber Grotteninfusorien. Zoolog. Anzeiger, II. Jahrg. 1879, p. 114—118.
53. Maggi, L., Intorno di Ceratium furca Cl. e. L. e ad una sua varieta. Bolletino scientifico. Anno 1, 1880, p. 125—128.
54. Maggi, L., Intorno ai Cilioflagellati. Nota corologica. Rendic. d. R. Inst. Lombardo, 2 s., Bd. XIII, 1880, p. 308—327.

55. Maggi, L., Tassonomia e corologia dei Cilioflagellati. Bollet. scientif. Anno 11, 1880, p. 7—16.
56. Kent, S., A Manual of the Infusoria. London 1880—81, vol. I, p. 439—469.
57. Bergh, R. S., Der Organismus der Cilioflagellaten. Morpholog. Jahrbuch, Bd. VII, 1882, p. 177—288, T. XII—XVI.
58. Bergh, R. S., Bidrag til Cilioflagellaternes Naturhistorie. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn. 1881.
59. Cienkowsky, L., Bericht über Exkursionen ins weisse Meer. Arbeiten der St. Petersburger naturf. Gesellsch., Bd. XII, 1881, p. 42, 3 Taf. (russisch).
60. Murray, J., Exploration of the Faroe channel. Proc. roy. soc. Edinburgh 1881—82, p. 18.
61. Pouchet, G., Sur l'évolution des Peridiniens et les particularités qui les rappochent des Noctiluques. Comptes rendus de l'Académie. 1882.
62. Bergh, R. S., Ueber die systematische Stellung der Gattung Amphidenium Clap. u. Lachm. Zool. Anzeiger 1882, p. 693.
63. Klebs, G., Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen- und Infusoriengruppen. Untersuchungen aus dem botan. Institut in Tübingen. Bd. I, 1883, p. 233—362, T. 2—3.
64. Pouchet, G., Contribution à l'histoire des Cilioflagellés. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1883, p. 399—455, T. 19—22.
65. Gourret, P., Sur les Peridiniens du golfe de Marseille. Annales du Musée d'hist. nat. de Marseille. Zoologie. T. I, 1883, 4 Tafeln.
66. Stein, Fr. von, Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth., II. Hälfte: Der Organismus der arthrodelen Flagellaten. Leipzig 1883, 25 Tafeln.
67. Brandt, K., Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Mitth. d. d. zool. Station Neapel. Bd. IV, 1883, p. 191—302.
68. Pavesi, P., Altra serie di ricerche e studi sulla fauna pelagica dei laghi italiani. Atti Soc. Ven. Trent. Padova, Bd. VIII, 1883, p. 340—403.
69. Entz, G., Die Flagellaten der Kochsalzteiche zu Torda und Szamosfalva. Természetrajzi Füzetek Budapest, Bd. VII, 1883, p. 139—168.
70. Imhof, O. E., Studien zur pelagischen Fauna der Schweizerseen. Zool. Anzeiger VI, 1883, p. 466—471.
71. Imhof, O. E., Die pelagische Fauna und die Tiefseefauna der zwei Savoyerseen: Lac du Bourget und Lac du Annecy. Zool. Anzeiger VI, 1883, p. 655—657.
72. Imhof, O. E., Resultate meiner Studien über die pelagische Fauna kleinerer und grösserer Süsswasserbecken der Schweiz. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 40, 1884, p. 154—178.
73. Imhof, O. E., Weitere Mittheilung über die pelagische Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anzeiger VII, 1884, p. 321—327.
74. Dolley, C. S., On a Cilio-flagellate Infusorian recently observed in Baltimore Drinking-water. J. Hopkins Univ. Circ., p. 60, und Ann. Mag. N. H. (5), Bd. 13, p. 418—419.
75. Balbiani, G., Les protozoaires. Leçons faites au collège de France. XXI. Les cilioflagellés. Journal de micrographie. Bd. VIII, 1884, p. 138—142, 249—257, 367—375.
76. Bergh, R. S., Neue Untersuchungen über Cilioflagellaten. Kosmos, herausgegeben von Vetter, Bd. 1, 1884, p. 384—90.
77. Entz, G., Beiträge zur Kenntniss der Infusorien, Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 38. 1884, p. 167—189, T. VIII.
78. Gruber, A., Die Protozoen des Hafens von Genua. Nova acta d. K. Leop.-Carol. Deutschen Akad. d. Natf., Bd. XLVI, p. 480.
79. Klebs, G., Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der Peridineen. Botan. Zeitung, Jahrg. 42, 1884, p. 721—733, 737—745, T. X.
80. Blanc, H., Note sur le Ceratium hirundinella O. F. M. Bullet. soc. vaud. sc. nat., Bd. XX, 1884. 11 p., T. X.
81. Daday, E. von, Ueber eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Déva in Siebenbürgen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 40, 1884, p. 479, T. 24.
82. Breckenfeld, A. H., An Infusorian in the Water of San Francisco. Amer. Month. Micr. Journal, Bd. V, 1884. p. 4—5.

83. Pouchet, G., Sur un Peridinien parasite. Compt. rend. Ac. sc. Paris 1884, T. 98, p. 1345—46 und Journ. micrograph. Paris, T. 8, p. 347—348.
84. Pouchet, G., Nouvelle contribution à l'histoire des Peridiniens marins. Journ. de l'anatomie et de la physiologie, Bd. XXI, 1885, p. 28—88, T. II—IV.
85. Pouchet, G., Troisième contribution à l'histoire des Peridiniens. Journ. de l'anatomie et de la physiologie. Bd. XXI, 1885, p. 525—534, T. XXVI.
86. Bütschli, O., Kleine Beiträge zur Kenntniss einiger mariner Rhizopoden. Morph. Jahrbuch, Bd. XI. 1885, p. 78—101.
87. Bütschli, O., Dr. H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, Bd. I, Protozoa von Dr. O. Bütschli, 1885. II. Abth., 3. Ordnung. Dinoflagellata, p. 906—1029, T. LI—LV.
88. Bütschli, O., Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflagellaten und der Noctiluca. Mit einem Beitrag von E. Askenasy. Morph. Jahrbuch, Bd. X, 1885, p. 529—577.
89. Imhof, O. E., Weitere Mittheilung über die pelagische und Tiefseefauna der Süsswasserbecken. Zool. Anzeiger VIII, 1885, p. 150—163.
90. Imhof, O. E., Pelagische Thiere aus Süsswasserbecken in Elsass-Lothringen. Zool. Anzeiger VIII, 1885, p. 720—723.
91. Imhof, O. E., Faunistische Studien in 18 kleineren und grösseren österreichischen Süsswasserbecken. Sitz. Ber. Akad. Wien, Bd. 91, 1885, 1. Abth., p. 203—226.
92. Daday, E. v., Neue Thierarten aus der Süsswasserfauna von Budapest. Nat. Hefte. Pest, Bd. 9, 1885, p. 208—215, T. 11.
93. Pouchet, G. et J. de Guerne, Sur la faune pélagique de la mer Baltique et du golfe de Finlande. Compt. rend., T. 100, p. 919—921 und Ann. Mag. N. H. (5), Bd. XV, 1885, p. 498—499.
94. Seligo, A., Untersuchungen über Flagellaten. Cohn's Beiträge. Biol. Pflanzen, Bd. IV, p. 145—180, T. 8.
95. Künstler, J., Les »yeux« des Infusoires flagellifères. Journ. Micr. Paris, X, 1886, p. 493—496.
96. Mc. Intosh, W. C., Phosphorescence of marine animals. Rep. Brit. Ass. Adv. Sc. for 1885, 11 p.
97. Bovier-Lapierre, E., Note sur les chaines de Péridiniens appartenant au genre Polykrikos. C. R. Soc. Biol. Paris (8), VIII. 1886, p. 535—536.
98. Danysz, J., Un nouveau Péridinien et son évolution. Arch. Slav. Biol. Paris, III, p. 1—3 und C. R. Soc. Biol. Paris (8), III, 1886, p. 462—464.
99. Danysz, J., Contribution à l'étude de l'évolution des Péridiniens d'eau douce. Compt. rend., T. 105, p. 238 bis 240, auch in C. R. Soc. Biol. Paris (8), III, 1886, p. 453—455.
100. Pouchet, G., D'un oeil veritable chez les Protozaires. C. R. Biol. Nr. 36.
101. Pouchet, G., Sur l'oeil des Peridiniens. C. R. Soc. de Biologie, Paris, Bd. 3, 1886, p. 223.
102. Pouchet, G., Sur Gymnodinium Polyphemus. Comptes rendus 1886, T. 103, p. 801.
103. Bergh, R. S., Ueber den Theilungsvorgang bei den Dinoflagellaten. Zoolog. Jahrbücher, herausg. v. Sprengel, Bd. II, 1886, p. 76—83. 1 Taf.
104. Blochmann, Fr., Kirchner und Blochmann, Die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt des Süsswassers. II. Theil: Die mikroskopische Thierwelt des Süsswassers. Braunschweig 1886.
105. Hensen, V., Ueber die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. Fünfter Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der d. Meere in Kiel für die Jahre 1882—1886. XII.—XVI. Jahrgang, Berlin 1887, p. 108 etc. und Anhang. 6 Tafeln.
106. Möbius, K., Systematische Darstellung der Thiere des Planktons, gewonnen in der westlichen Ostsee und auf einer Fahrt von Kiel in den Atlantischen Ocean bis jenseits der Hebriden. Fünfter Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. XII—XVI. Jahrgang 1887, p. 109—124.
107. Schütt, F., Ueber die Sporenbildung mariner Peridineen. Ber. d. Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. V. 1887, p. 364—374, T. XVIII.
108. Pouchet, G., Quatrième contribution à l'histoire des Peridiniens. Journ. de l'Anatomie et de la physiologie, Bd. XXIII, 1887, p. 87—112, T. IX—X.
109. Forel, F. A., Les micro-organismes pélagiques des lacs de la région subalpine. Revue Sc. Paris, XXXIX. 1887, p. 113—115, und Bull. Soc. Vand. Lausanne (3), XXIII, p. 167—172.

110. Daday, E. v., Systematische Uebersicht der Dinoflagellaten des Golfs von Neapel. Termész. Füzetek XI, 1888, p. 99—104, T. 3.

111. Cattaneo, G., Notes sur les Protozoaires lacustres. Journ. Micr. Paris, XIII, p. 88—93, 115—120.

112. Cattaneo, G., Note sui protozoi lacustri. Boll. Sc. Pavia, X, 1888, p. 90—100.

113. Penard, E., Recherches sur le Ceratium macroceros avec observations sur le Ceratium cornutum. Genève 1888, 43 pp. 3 Tafeln.

114. Dangeard, Les Peridiniens et leur Parasites. Journal de Botanique 1888.

115. Möbius, K., Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht. Arch. Naturw. LIV, 1888, p. 81—116, Tafel 4—10.

116. Hensen V., Die Expedition der Sektion für Küsten- und Hochseefischerei in der östlichen Ostsee. Untersuchung des Planktons sowie der Thiere und Pflanzen des Meeresbodens. Sechster Bericht der Kommission zur Untersuchung d. deutschen Meere in Kiel, 1890, p. 99—137.

117. Schütt, F., Ueber Peridineenfarbstoffe. Ber. d. D. Botanischen Gesellschaft, Bd. VIII, 1890, p. 9—32, Tafel I—II.

118. Schütt, F., Sulla formazione scheletrica intracellulare di un Dinoflagellato. Neptunia rivista mensile, 1891, Nr. 10.

119. Schilling, A. J., Untersuchungen über die thierische Lebensweise einiger Peridineen. Ber. d. D. Botanischen Gesellschaft 1891, p. 199—208.

120. Schilling. A. J., Die Süsswasser-Peridineen. Dissertation. Marburg 1891.

121. Schilling, A. J., Kleine Beiträge zur Technik der Flagellatenforschung. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie 1891, p. 318—323.

122. Penard, E., Les Péridinacées du Leman. Bulletin des travaux de la Société botanique de Genève, p. 63, Tafel I—V.

123. Schütt, F., Ueber Organisationsverhältnisse des Plasmaleibes der Peridineen. Sitzungsberichte d. K. Pr. Akademie der Wissenschaft zu Berlin, XXIV, 1892, p. 377—384.

124. Schütt, F., Analytische Planktonstudien. Kiel u. Leipzig 1892.

125. Levander, K. M., Notiz über die Täfelung der Schalenmembran des Glenodinium cinctum Ehbg. Zool. Anzeiger 1892, Nr. 405.

126. Schütt, F., Das Pflanzenleben der Hochsee in: Ergebnisse der Plankton-Expedition I A. 1892. p. 243—314 und sep., p. 1—76, I. T. Kiel u. Leipzig 1893.

127. Pouchet, G., Cinquième contribution à l'histoire des Peridiniens. Journ. de l'Anat. et de la Physiologie. 28 Ann., 1892, p. 143—150.

128. Franzé, Rud., Zur Morphologie und Physiologie der Stigmata der Mastigophoren. Zeitschr. f. wiss. Zool., 56. Bd., 1893, p. 138—164. Tafel VIII.

129. Pouchet, G., Sur le polymorphisme de Peridinium acuminatum Ehr. Compt. rend. Ac. sc. Paris, T. 117, Nr. 21, 1893. p. 703—705.

130. Levander, K. M., Peridinium catenatum n. sp. kettenbildende Peridinee im finnischen Meerbusen (Acta societatis pro fauna et flora finnica IX n. 10. Helsingfors 1894.

131. Levander, K. M., Liste über im Finnischen Meerbusen in der Umgebung von Helsingfors beobachteten Protozoen. Zool. Anzeiger, 17. Jahrg. 1894, p. 209—212.

132. Cleve, P. T., Planktonundersökningar Cilioflagellater och Diatomacéer. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Bd. XX, 1894, Afd. III, Nr. 2, T. I—II, p. 1—16. Theil II von Redogörelse för de Svenska hydrografiska Undersökningarne Åren 1893—1894.

Tafel-Erklärung.

Auf allen Tafeln bedeutet:

Aap = Antapicaltafeln.
Aeq = Aequatorialtafeln.
Ap = Apicaltafeln.
Apx = Apex.
C = Chromatophor.
C' = Chromatophor im opt. Durchschnitt oder von der schmalen Kante gesehen.
Cc = Chromatocentrum.
Cs = Chromatosphäre.
F = Furche.
lF = Längsfurche.
qF = Querfurche.
Fl = Flügelleiste.
aFl = accessorische Flügelleiste der Sagittalebene.
hFl = hintere Flügelleiste der Querfurche.
lFl = linke Flügelleiste der Längsfurche.
rFl = rechte Flügelleiste der Längsfurche.
vFl = vordere Flügelleiste der Querfurche.
Fk = Fettkugeln.
Ft = Fett.
Ftp = Fettplatten.
Ftr = Fetttrauben.
Fz = Falzblatt.
G = Geissel.
lG = Längsgeissel.
qG = Quergeissel.
Ga = Gallerthülle.
Gs = Geisselspalte.
H = Hautschicht.
h' = Vorderhorn.
h'' = rechtes Hinterhorn.
h''' = linkes Hinterhorn.
J = Intercalarstreifen.
i = » »
K = stark lichtbrechender Körper.
dK = doppelbrechender Körper.
L = Leiste.
Lt = Leitstrang.
M = Membran.
Mm = Melanosom.
Kl = Klumpen.
Kp = Körnerplasma.
N = Kern.
n = Naht des Panzers.
Nt = » » »
O = Oeltropfen.
P = Pusule.
mP = Sammelpusule.
nP = Nebenpusule.
sP = Sackpusule.
tP = Tochterpusule.
Pd = Plastiden.
Ph = Phaeosom.
Pk = Pusulenkanal.
Pm = Pusulenmembran.
po = Porus.
pi = Poroid.
Pts = Platysom.
Rd = Radialstäbchen.
Rh = Rhabdosom.
Rst = Randstäbchen.
St = Stachel.
Tr = Tropfen.
V = Vakuole.

Da die meisten Figuren nach lebenden Objekten gezeichnet wurden, so ist eine diesbezügliche Bemerkung bei den einzelnen Figuren unterlassen. Es ist also für jede Figur, bei der die Figuren-Erklärung keine gegentheilige Bemerkung enthält, anzunehmen, dass sie nach lebendem Objekt gezeichnet sei.

Um die Uebersichtlichkeit der Zeichnung nicht zu stören, wurden nicht alle Organe der Zelle gezeichnet, sondern nur diejenigen, auf deren Darstellung es in der Figur gerade ankam. Das Fehlen eines Organs in der Zeichnung

deutet also nicht auf Fehlen desselben in der gezeichneten Zelle. Das Gleiche gilt auch von den einzelnen Organtheilen wie Pusulenmembran, Kernstruktur u. s. w. und von anderen Plasmadifferenzirungen und Einschlüssen, wie Fetttropfen, Nadeln etc.

Tafel 1.

1. **Exuviaella marina** Cienk.

Fig. $1_{,1}$. Zelle von der flachen Seite gesehen (Lateralansicht). Struktur des Panzers: kleine, runde, zerstreute Poren. Die Zelle bewegt sich wirbelnd in umgekehrter Richtung wie der Uhrzeiger um eine vertikale, durch den Körper gehende Axe, wobei eine lebhaft bewegte Geissel nachgeschleppt wird. Der linsenförmige Kern *N* von der flachen Seite. $\frac{640}{1}$.

Fig. $1_{,2}$. Dieselbe Zelle 90° um die Längsaxe gedreht zeigt die Sagittalnaht *Nt*. Vom Inhalt ist ausser dem von der schmalen Seite gesehenen linsenförmigen Kern *N* noch eine Pusule *P* mit Pusulenmembran und Pusulenkanal gezeichnet. $\frac{640}{1}$.

Fig. $1_{,3}$. Zelle in Lateralansicht. Panzer von Fig. $1_{,3}$ bis $1_{,7}$ nur im Umriss angedeutet. Inhalt in Oberflächenansicht. Chromatophoren als grosse Platte erscheinend, C = Fläche, C' = opt. Querschnitt derselben. Zahlreiche dicke Platysomen *Pts* der Peripherie angeschmiegt. $\frac{640}{1}$.

Fig. $1_{,4}$. Dieselbe Zelle in Sagittalansicht zeigt eine breite, chromatophorenfreie Sagittalzone. $\frac{640}{1}$.

Fig. $1_{,5}$. Zelle in Lateralansicht. Inhalt in freiwilliger Plasmolyse, die bei Zusatz destillirten Wassers sofort unter Absterben der Zelle aufhörte. Ausser zarten Platysomen lagern der Peripherie noch zahlreiche kleine, stark lichtbrechende Körper an. $\frac{640}{1}$.

Fig. $1_{,6}$. Zelle mit zahlreichen kleinen plattenförmigen Chromatophoren. $\frac{640}{1}$.

Fig. $1_{,7}$. Dieselbe im optischen Durchschnitt. Kern nierenförmig. $\frac{640}{1}$.

Fig. $1_{,8-10}$. Pusulenformen in lebenden Zellen. $\frac{640}{1}$.

2. **Prorocentrum micans** Ehrbg.

Fig. $2_{,1}$. Zelle in Lateralansicht mit 2 Pusulen und Stäbchenbündel *Rh*. Die ganze Oberfläche ist vom Chromatophor bedeckt. Die dunkel schattirten Körnchen sind doppelbrechend, die anderen nicht. Geisseln von einer anderen Zelle gezeichnet bei beginnender Degeneration unter perlschnurartiger Schwellblasenbildung. $\frac{600}{1}$.

Fig. $2_{,2}$. Dieselbe Zelle um 90° gedreht zeigt den Rand der Chromatophorenplatten C''. Geissel von einer anderen Zelle am Ende mit Schwellblase. $\frac{600}{1}$.

Fig. $2_{,3}$. Zelle in Lateralansicht. Inhalt in Oberflächenansicht mit gelappter und durchbrochener Chromatophorenplatte. Geisseln in perlschnurartiger Schwellblasenbildung und Pusteln *Pst* am hintern Ende der Zelle von einer andern erkrankten Zelle. $\frac{640}{1}$.

Fig. $2_{,4-9}$. Zellen nach Safranin-Kernfärbung, chromatische Theile dunkelgrau wiedergegeben.

Fig. $2_{,4}$. Zelle mit linsenförmigem Kern *N* und dunkelroth färbbaren Körnern *K*. Plasmakörper geschrumpft. $\frac{640}{1}$.

Fig. $2_{,5-7}$. V-förmige Kerne mit lockeren Knäuelwindungen der Fäden.

Fig. $2_{,5-6}$. Zellumriss mit Kern. $\frac{640}{1}$. Fig. $2_{,7}$. Zellinhalt mit Kern. $\frac{640}{1}$.

Fig. $2_{,8-9}$. Kerne nach der Theilung. Zellumriss mit geschrumpftem Inhalt. Fig. $2_{,8}$. Kernhälften gestreckt. $\frac{360}{1}$. Fig. $2_{,9}$. Kernhälften rundlich. $\frac{360}{1}$.

Fig. $2_{,10-11}$. Doppelzelle von verschiedenen Seiten, äussere Form. $\frac{360}{1}$.

3. **Prorocentrum gracile** n. sp.

Fig. $3_{,1-4}$. Chromatophoren in lebenden Zellen. $\frac{860}{1}$. Fig. $3_{,1}$. Eine grosse Platte der Schale anliegend. Fig. $3_{,2}$. Grosse Platte um die Zelle herumgeschlagen. Fig. $3_{,3}$. Grosse Platte, aus mehreren kleineren zusammengesetzt. Fig. $3_{,4}$. Zahlreiche kleine Platten im optischen Schnitt.

Fig. $3_{,1-4}$. Aufeinanderfolgende Stadien der Geisselveränderung einer Geissel einer anderen Zelle. Fig. $3_{,1}$. Normal. Fig. $3_{,2-3}$. Abgeworfen, flatternd, mit länglichen Schwellblasen. Fig. $3_{,4}$. Zu einer Blase aufgequollen.

4. Dinophysis acuta Ehrbg.

Fig. $4_{,1}$. Zelle von der linken Seite. Chromatophoren hellgelb, zu zwei Parthien vereinigt, eine im vordern Theil unregelmässig vertheilt, die andere im hintern Theil von einem Centrum *Cc* ausstrahlend. *dK* = doppelbrechende Körner in der hintern Ecke der Zelle angehäuft. Quergeissel in lockeren Windungen schwingend. $\frac{640}{1}$.

Fig. $4_{,2}$. Zelle von der linken Seite mit braunen Chromatophoren. Am hintern Ende doppelbrechende Körner *dK*. Die Geissel *G* flächenartig verbreitert, mit Rand aus der Furche herausgeschleudert. Diese und die Pusteln *Pst* nach einer anderen, erkrankten Zelle. $\frac{850}{1}$.

Fig. $4_{,3}$. Zelle von der rechten Seite, mit braunen Chromatophoren, die, von der scharfen Kante gesehen, dunkelbraun sind. Am hinteren Ende doppelbrechende Körner. $\frac{640}{1}$.

Fig. $4_{,4}$. Zelle von der rechten Seite gesehen. Die Chromatophoren haben sich um 3 Chromatocentren *Cc* zusammengeballt. Am Hinterende doppelbrechende Körner. $\frac{640}{1}$.

Fig. $4_{,5}$. Panzerfragment mit Andeutung der Membranstruktur (Areolen mit je einem Porus). Geissel. $\frac{640}{1}$.

5. Dinophysis rodundata Clap. u. Lach.

Fig. $5_{,1}$. Zelle von der linken Seite mit sehr kleinen, runden Chromatophoren. Geisselende zum Bläschen angeschwollen. $\frac{640}{1}$.

Fig. $5_{,2}$. Zelle von hinten mit kleinen, lappigen Chromatophorenplättchen. Sagittalnaht mit gezähnelter Intercalarzone. $\frac{640}{1}$.

Fig. $5_{,3}$. Dieselbe im optischen Durchschnitt. $\frac{640}{1}$.

Eig. $5_{,4}$. Membranstruktur stark vergrössert. *Po* = Poren, *A* = porenähnliche Areolen (Poroiden).

6. Dinophysis ovum n. sp.

Fig. $6_{,1-3}$. Zellen von der linken Seite. $\frac{640}{1}$.

Fig. $6_{,1}$. Panzerstruktur, Pusulen, Kern und Geisseln. $\frac{640}{1}$.

Fig. $6_{,2-3}$. Inhalt.

Fig. $6_{,2}$. Chromatophoren zerstreut.

Fig. $6_{,3}$. Chromatophoren um mehrere Chromatocentren *Cc* zusammengeballt. *P* = Pusulen mit blinddarmähnlichen Anhängseln. Nebenpusulen *nP* mit Ausführungskanal. $\frac{640}{1}$.

7. Dinophysis sphaerica Stein.

Fig. $7_{,1}$. Zelle von links Sackpusulen mit zahlreichen Nebenpusulen, vom Inhalt nur die mittlere Schicht angedeutet. *Kl* = starklichtbrechender Klumpen. $\frac{640}{1}$.

Fig. $7_{,2}$. Zellfragment mit Andeutung der Membranstruktur und der Chromatophoren in Flächenansicht. $\frac{640}{1}$.

Tafel 2.

8. Dinophysis homunculus Stein.

Fig. $8_{,1}$. Zwei Zellen (Zwillingszellen). Letztes Theilungsstadium; die älteren Schalenhälften *Sch*^{1} hängen noch mit einem Theile der dorsalen Panzerstücke an der Sagittalnaht zusammen. Da die jüngeren Schalenhälften *Sch*^{2} kleiner sind als die älteren *Sch*^{1}, so füllen die jungen Zellen die älteren Schalen nicht vollkommen aus, von den älteren Schalen bleibt ein überstehender Rand, der dorsalwärts am breitesten ist und ventralwärts sich auskeilt. Die Sagittalnaht wird bei der Theilung bis auf einen dorsalen Theil der alten Schalen, der noch längere Zeit den Zusammenhang der jungen Zellen vermittelt, gelöst.

Die Chromatophoren sind kleine, unregelmässig an der Oberfläche zerstreute Platten. $\frac{430}{1}$.

Fig. $8_{,2}$. Zellen, bei der die Chromatophoren beginnen, sich um mehrere Chromatocentren zu Chromatophorenklumpen (Chromatosphären) zusammen zu ballen. $\frac{430}{1}$.

9. Dinophysis uracantha Stein.

Fig. $9_{,1}$. Zelle von der linken Seite. Inhalt. $\frac{640}{1}$.

Fig. $9_{,2}$. Dieselbe Zelle nach Ausscheidung von Bündeln von Nadeln kurz vor dem Absterben der Zelle. $\frac{640}{1}$.

Fig. $9_{,3}$. Durch Kalilauge gesprengter Panzer. Der prääquatoriale Theil ist von dem postäquatorialen abgesprengt. Die Gürtelbandplatten sind in einen vorderen qF^1 und hinteren Theil qF^2 getheilt. $\frac{640}{1}$.

Fig. $9_{,4}$. Derselbe Panzer von hinten gesehen, die gesägte Sagittalnaht zeigend, rechts und links mit Porenreihe. $\frac{640}{1}$.

Fig. $9_{,5}$. Dieselbe Zelle von links hinten, der durch Kalilauge verquollene, durch Essigsäure zum Schrumpfen gebrachte Plasmakörper zeigt Abdrücke p^2 der Sagittalnaht *Sgn* und der sie begleitenden Porenzone p^1. $\frac{640}{1}$.

10. **Phalacroma operculatum** Stein.

Fig. $10_{,1-2}$. Schalenansicht einer Zelle kurz nach der Theilung.

Fig. $10_{,1}$. Rechte Schale der alten Zelle von der linken (inneren) Seite gesehen. Die junge Schale Sch^2 ist noch kleiner als die alte Sch^1, sie füllt die alte Schale noch nicht vollkommen. Die junge Schale liegt schief in der alten. Auf der Ventralseite berühren sich die Ränder der alten und neuen Schale, auf der Dorsalseite bleibt von der alten Schale ein freier Rand β. α = Berührungslinie der alten und neuen Schale. $\frac{640}{1}$.

Fig. $10_{,2}$. Linke Schale der alten Zelle von der Aussenseite. α = Berührungslinie der alten und neuen Schale (letztere vollkommen verdeckt, aber durchscheinend). $\frac{640}{1}$.

Fig. $10_{,3}$. Dieselben Zellen noch in Zusammenhang und mit Zellinhalt. β = der überstehende Rand der alten Schale. α = Berührungslinie der alten und neuen Schale. S^1 = Oel-Tropfen, S^2 = spindelförmige Somata. $\frac{640}{1}$.

11. **Phalacroma operculoides** n. sp.

Fig. $11_{,1}$. Zelle von der linken Seite. Von der Schale ist nur ein Fragment gezeichnet. Plasma der Zelle etwas plasmolysirt. *Zm* = Zellmembran, Pl^1 = Grenze des Plasmakörpers. Vom Centrum der Zelle strahlt ein Bündel von Nadeln aus. *S* = Klumpen von unbekannter Substanz. $\frac{640}{1}$.

Fig. $11_{,2}$. Zelle mit radialstrahlig stehenden Nadeln *Rh*. Längsgeissel in verschiedenen Stellungen *lG* und *lG'* gezeichnet. $\frac{640}{1}$.

Fig. $11_{,3}$. Dieselbe Zelle im optischen Querschnitt. Nadeln aus einem etwas höheren Schnitt darüber gezeichnet. $\frac{640}{1}$.

12. **Phalacroma globulus** n. sp.

Fig. $12_{,1}$. Zelle halbrechts dorsal. Oberflächenansicht mit Membranstrukturen. $\frac{640}{1}$.

Fig. $12_{,2}$. Dieselbe von hinten. Inhalt mit zahlreichen Oeltropfen. $\frac{640}{1}$.

13. **Phalacroma porodictyum** Stein.

Fig. $13_{,1}$. Zelle von der Apicalseite. Vom Panzer nur ein Fragment gezeichnet. Zelle mit farblosen Fetttropfen, einem gelbbraunen Klumpen Kl^1 und einem farblosen Klumpen Kl^2. Randzone mit radial gestellten Stäbchen *Rd*. *Pst* = extramembranöse Plasmahaut, theils als einzelne halbkugelige Pusteln Pst^1, theils als zusammenhängende wellige Blase Pst^2 abgehoben. (Von einer anderen Zelle gezeichnet). $\frac{640}{1}$.

Fig. $13_{,2}$. Zelle mit Stäbchenbündeln *Rh* von der rechten Seite gesehen. $\frac{640}{1}$.

Fig. $13_{,3}$. Zelle von der linken Seite. Kern und Pusulen.

Fig. $13_{,4}$. Dieselbe, Antapicalansicht.

Fig. $13_{,5}$. Ein Stück des Panzers mit Oberflächenstruktur. Stärker vergrössert.

Phalacroma porodictyum Stein var. **parvula** n. v.

Fig. $13_{,6}$. Zelle mit Radialstäbchen von der rechten Seite.

Tafel 3.

14. **Phalacroma cuneus** n. sp.

Fig. $14_{,1}$. Zelle von rechts dorsal gesehen. Panzerstruktur. $\frac{640}{1}$.

Fig. $14_{,2}$. Stück des Panzers der Apicalseite (Deckel) mit Flügelleisten. Die vordere Flügelleiste *vFl* mit areolären, die hintere mit radialstrahligen Verdickungsleisten, durch erstere durchscheinend.

Fig. $14_{,3}$. Zelle von der rechten Seite. Inhalt mit Radialstäbchen *Rst* und einzelnen Randstäbchen *Rh*. $\frac{640}{1}$.

Fig. $14_{,4}$. Lebende Zelle von der linken Seite. Inhalt mit Rhabdosomen in parallel-strahliger Anordnung. $\frac{640}{1}$.

Fig. $14,_{5}$. Zelle mit radialstrahligen Rhabdosomen, von centralem Klumpen ausstrahlend. $\frac{640}{1}$.
Fig. $14,_{6}$. Pusulen in einer von links apical gesehenen Zelle. $\frac{430}{1}$.
Fig. $14,_{7-8}$. Zelle von der Apicalseite.
Fig. $14,_{7}$. Pusulen im Querschnitt, hoch. $\frac{300}{1}$.
Fig. $14,_{8}$. Pusulen und Kern im Querschnitt, tiefer. $\frac{300}{1}$.

15. Phalacroma argus Stein.

Fig. $15,_{1}$. Zelle von der linken Seite. Oberflächenstruktur. $\frac{640}{1}$.
Fig. $15,_{2}$. Zelle von der linken Seite. Inhalt mit zahlreichen Nebenpusulen *nP* und Fetttraube *Ftr*. *Pst* = Pusteln, extramembranöses Plasma, das sich in Bläschenform abgehoben hat, von einer anderen erkrankenden Zelle. $\frac{350}{1}$.
Fig. $15,_{3}$. Dieselbe Zelle, apicale Pusulen im Querschnitt. $\frac{350}{1}$.

16. Phalacroma vastum n. sp.

Fig. $16,_{1}$. Zelle von der Ventralseite; vom Inhalt nur die Pusulen angedeutet. $\frac{100}{1}$.
Fig. $16,_{1b}$. Zelle mit Inhalt kurz nach der Theilung. Farbenskizze. $\frac{400}{1}$.
Fig. $16,_{2}$. Zellform von der Antapicalseite. $\frac{400}{1}$.
Fig. $16,_{3}$. Panzer der Zelle nach der Theilung. Ventralansicht. Die beiden Tochterschalenhälften sind noch nicht ausgewachsen, sie füllen die alten Schalenhälften noch nicht vollkommen. $\frac{640}{1}$.
Fig. $16,_{4}$. Dieselben Zellen. Dorsalansicht. Inhalt der linken Tochterzelle mit Chromatophoren im optischen Querschnitt, rechts Inhalt ohne Chromatophoren gezeichnet, in Oberflächenansicht. $\frac{640}{1}$.

17. Phalacroma vastum n. sp. var. acuta n. v.

Fig. $17,_{1-4}$. Zelle von der rechten Seite.
Fig. $17,_{1}$. Panzer. $\frac{640}{1}$.
Fig. $17,_{2}$. Zellinhalt im optischen Durchschnitt. Chromatophoren nur aus dem centralen Theil gezeichnet. $\frac{640}{1}$.
Fig. $17,_{3}$. Zelle mit grossen, stark lichtbrechenden Tropfen. Färbungstypus. $\frac{430}{1}$.
Fig. $17,_{4}$. Dieselbe Zelle im optischen Durchschnitt, ohne Farbe gezeichnet. $\frac{430}{1}$.

Tafel 4.

18. Phalacroma mitra n. sp.

Fig. $18,_{1}$. Panzer von der rechten Seite. Die schattirten Polygone sind flache Leisten. $\frac{640}{1}$.
Fig. $18,_{2}$. Zelle von der rechten Seite. Inhalt. $\frac{640}{1}$.
Fig. $18,_{3}$. Panzer von der Ventralseite, gesprengt, am vorderen Ende weitklaffend, am hinteren noch zusammenhängend. $\frac{640}{1}$.
Fig. $18,_{4}$. Zellform von der Antapicalseite. Membranstruktur nicht gezeichnet. $\frac{640}{1}$.

19. Phalacroma doryphorum Stein.

Fig. $19,_{1}$. Zelle von der rechten Seite mit sehr zarten Platysomen *Pts* in radialer Anordnung, mit dem Centrum durch Stränge *a* verbunden. *Ftr* = grosse Traube flüssigen Fettes. β-Tropfen stark lichtbrechender Flüssigkeit, mit Osmiumsäure nicht schwärzbar, in Fettlösungsmitteln nicht löslich = β-Oel. *Kl* = länglicher Klumpen, stark lichtbrechend, inhomogen, kein Fett. β-Oel? *K* = Kugel mit gelblichen Körnchen. Rhabdosomen: *Rst* = Randstäbchen dicht gedrängt, *Rh* = Stäbchen einzeln. $\frac{640}{1}$.
Fig. $19,_{2}$. Zelle von der linken Seite mit Platysomen *Pts* in radialer Anordnung. $\frac{640}{1}$.
Fig. $19,_{3}$. Lebende Zelle von links hinten mit inhomogenen Klumpen *Kl* von unbekannter Substanz. *b* = gelblicher Klumpen, *a* = gelbliche Platten (Chromatophoren-Leucoplasten?) $\frac{640}{1}$.
Fig. $19,_{4}$. Zelle von hinten. Pusulen. $\frac{640}{1}$.

20. Phalacroma Jourdani (Gourret) Schütt.

Fig. $20,_{1}$. Panzer mit Geissel von der rechten Seite. *aFl* = accessorische Flügelleisten mit Stacheln in der Sagittalebene. $\frac{640}{1}$.

Fig. $20,_{1b}$. Panzer rechts ventral. $\frac{640}{1}$.
Fig. $20,_{2}$. Zelle von links. Inhalt: Chromatophoren in regelmässiger Anordnung. $\frac{640}{1}$.
Fig. $20,_{3}$. Dieselbe Zelle, nur Inhalt von der Antapicalseite. $\frac{520}{1}$.
Fig. $20,_{4}$. Zelle von der Antapicalseite. Chromatophoren der Oberfläche regellos, im Innern radialstrahlig angeordnet. Struktur der Stacheln nicht gezeichnet. $\frac{520}{1}$.

21. Ornithocercus magnificus Stein.

Fig. 21. Vordere Flügelleiste des gesprengten Panzers in Antapicalansicht. Körperform durchscheinend.

Tafel 5.

21. Ornithocercus magnificus Stein.

Fig. $21,_{1}$. Zelle von der rechten Seite. Die Querfurche ist gefüllt mit dicht gedrängten bohnenförmigen Phaeosomen *Ph*. $\frac{640}{1}$.
Fig. $21,_{2}$. Optischer Längsschnitt durch eine lebende Zelle. *Ph* = Phaeosomen der Querfurche. *O* = dunkel gefärbter Klumpen.
Fig. $21,_{3}$. Plasmatischer Inhalt einer Zelle nach Fixirung mit Pikrinschwefelsäure und Färbung mit Karmin im optischen Durchschnitt. Das Plasma ist geschrumpft. Von der Membran ist nur die innere Grenze *a* angedeutet. *b* ist die Grenze des geschrumpften Plasmakörpers, in dem die Vakuolen *V* noch sichtbar sind. *Kh* = Kernhöhle, vom geschrumpften Kern nicht vollkommen erfüllt. *Ph* = Phaeosomen der Querfurche. Ausser den Kernfäden sind vom Karmin nur die dunkel gezeichneten Punkte der Phaeosomen stärker gefärbt.
Fig. $21,_{4}$. Rechte Hälfte des gesprengten Panzers. $\frac{640}{1}$.
Fig. $21,_{5}$. Ein an die Geisselspalte grenzendes Stück des Panzers von der Fläche gesehen. *Gs* = Geisselspalte, *b* = Begrenzungsleiste derselben, so weit diese zur rechten Schale gehört. *M* = Durchschnitt der Zellmembran mit P^1 = Porenlängsschnitt. P^2 = Poren in der Fläche gesehen. *f* = Grenze der Querfurche. $\frac{640}{1}$.
Fig. $21,_{6}$. Linke Hälfte des gesprengten Panzers, schräg von hinten gesehen. $\frac{640}{1}$.
Fig. $21,_{7}$. Stück des Panzers mit ausgebildeten Leisten, die sechseckige Areolen bilden. $\frac{640}{1}$.
Fig. $21,_{8}$. Stück eines anderen Panzers mit schuppenartig begrenzten Areolen. $\frac{640}{1}$.

22. Ornithocercus splendidus n. sp.

Fig. $22,_{1}$. Panzer von der Apicalseite, vordere und hintere Flügelleiste decken sich annähernd, die Verdickungsleisten sind auf der hinteren Flügelleiste (unten) reich netzartig, auf der vorderen spärlich baum-netzartig verzweigt. $\frac{640}{1}$.

23. Histioneis gubernans n. sp.

Fig. 23. Lebende Zelle von der linken Seite mit Phaeosomen *ph* zwischen den Flügelleisten der Querfurche. $\frac{900}{1}$.

24. Citharistes Apsteinii n. sp.

Fig. $24,_{1}$. Zelle von der linken Seite. *Ph* = extramembranöse Phaeosomentraube in der Höhlung zwischen Hinterstachel *Hs* und Leibeskrümmung, seitlich geschützt von dem umgeschlagenen Seitenlappen der accessorischen Flügelleiste *aFl*, mit Pikrinschwefelsäure fixirt in Glycerin. $\frac{1050}{1}$.
Fig. $24,_{2}$. Zelle einer anderen Varietät von der rechten Seite. Mit Pikrinschwefelsäure fixirt in Glycerin. $\frac{1050}{1}$.

Tafel 6.

25. Ceratocorys horrida Stein.

Fig. $25,_{1}$. Zelle von links ventral gesehen, sehr chromatophorenreich. C^1 = Chromatophoren im Randplasma als Plättchen der Zelloberfläche parallel gelagert, nur von einer kleinen Stelle oben links als Beispiel gezeichnet, von der übrigen Oberfläche der Deutlichkeit der Zeichnung halber weggelassen. C^2 = Chromatophoren des Innern radial vom Chromatocentrum *a* ausstrahlend, nur zum Theil gezeichnet. $\frac{640}{1}$.
Fig. $25,_{2}$. Färbung der Zelle von der Antapicalseite. Die Struktur der Panzeroberfläche wie der gefederten Stacheln *St* und der Flügelleisten sind in beiden Figuren nicht gezeichnet. $\frac{300}{1}$.

26. Steiniella fragilis n. sp.

Fig. $26_{,1}$. Habitusbild der Zelle von der Ventralseite ohne Berücksichtigung des Zellinhalts. Längs- und Quergeissel. $\frac{640}{1}$.

Fig. $26_{,2}$. Zwei zusammengehörige Tafeln des gesprengten Panzers. Die Flügelleisten der Querfurche *qFl* von der scharfen Kante in Verkürzung gesehen; sie haften am Rand der Aequatorialtafeln. Die anderen Seiten der Tafeln zeigen breite Falzstreifen *Fz*, die bei den verbundenen Tafeln übereinandergriffen. Sie haben verschiedene Struktur. Der äussere, d. h. übergreifende Falzstreifen Fz^2 ist glatt, der innere, d. h. untergreifende Falzstreifen Fz^1 ist strukturirt. Der äquatoriale Theil *a* des innern Falzstreifens ist ohne Flügelleiste; der äquatoriale Theil *l* des äusseren, übergreifenden Falzstreifens trägt Flügelleiste. $\frac{640}{1}$.

Fig. $26_{,3}$. Stückchen einer Panzertafel stärker vergrössert. Auf der Grundmembran erheben sich kurze, gekrümmte Leisten *l*, die zum Theil in Knoten *St* enden. Die Poren *po* sind von einem schmalen Leistenwall *w* umgeben.

Fig. $26_{,4}$. Farbenbild der Zelle von der Dorsalseite. Die Chromatophoren des Randplasmas sind kleine, längliche Platten, die Chromatophoren des Innern sind radialstrahlig angeordnet (ohne Randkontour gezeichnet). $\frac{640}{1}$.

Fig. $26_{,5}$. Zelle ventral mit länglich ovalen Chromatophorenplatten, von denen nur die im Randplasma liegenden gezeichnet sind. *Ft* = Fetttropfen, durch Osmiumsäure schwärzbar, mit dunklem Schatten gezeichnet. *O* = Oelartige Tropfen, durch Osmiumsäure nicht schwärzbar, heller gezeichnet. *Pst* = extramembranöse Plasmabläschen = Pusteln an kleinen Flecken, halbkugelförmig von der Membran sich abhebend. Pst^1 = extramembranöses Plasma, deckenartig in grösserer Fläche sich von der Membran abhebend mit Verbindungs-Fäden *a*. Zellinhalt nach der gesunden, Pusteln und extramembranöse Plasmadecke später nach der erkrankten Zelle gezeichnet. $\frac{640}{1}$.

Fig. $26_{,6}$. Radialstrahlige Chromatophorenanordnung im Zellinneren. Centrale Plasmamasse mit Fetttropfen. Zelle von der linken Seite. $\frac{640}{1}$.

Fig. $26_{,7}$. Zelle von der rechten Seite mit unregelmässig geformten Chromatophorenplatten des Randplasmas. C^1 = Chromatophoren von der Fläche gesehen. C^2 = dieselben am Rande von der Kante gesehen. *Cg* = Chromatophoren der vorderen Körperhälfte im gesunden Zustande gezeichnet. Auf der hinteren Körperhälfte sind die Chromatophoren derselben Zelle gezeichnet. *Ck* = wie sie aussehen nach dem Erkranken der Zelle, während diese aber noch lebt und sich sogar noch bewegt. $\frac{640}{1}$.

Fig. $26_{,8}$. Zelle von links antapical gesehen. Inhaltskörper des Randplasma partiell gezeichnet. *Ft* = Tropfen von Fett, *O* = Tropfen von Nichtfett, *Pts* = Platysomen (leere Plastiden), der Oberfläche anliegend, nur vom hinteren Theil der Zelle gezeichnet. Fig. $26_{,8b}$. Ein Platysoma stärker vergrössert.

Fig. $26_{,9}$. Pusulen einer Zelle von der Ventralseite. $\frac{540}{1}$.

Fig. $26_{,10}$. Zelle von der Dorsalseite. $\frac{400}{1}$.

Fig. $26_{,11}$. Zelle von schräg rechts antapical gesehen. $\frac{400}{1}$.

Fig. $26_{,12}$. Zelle von der linken Seite, durch Zusatz von Süsswasser zum Aufquellen gebracht. Der Zusammenhang der Panzerplatten ist dadurch gelöst, der Panzer gesprengt, und das Plasma quillt als ein grobblasiger Schaum aus den Lücken der Membran hervor. Die Plasmamasse wird immer voluminöser durch Aufschwellen der Plasmablasen, bis diese schliesslich platzen und verquellen. Einzelne Blasen des Randes schwellen stärker an als die übrigen und heben sich dadurch aus der Masse kopfartig hervor. Von den geformten Inhaltsbestandtheilen wurde nur der verquellende Kern *N* angedeutet. $\frac{540}{1}$.

Fig. $26_{,13}$. Ein Stück vom Rande des Plasmaschaumes von Fig. $26_{,12}$ im optischen Durchschnitt. Die Plasmamasse ist dunkel, wässerige Inhaltsflüssigkeit der Blase hell gehalten.

Fig. $26_{,14}$. Zellinhalt einer Zelle, die mit chlorsaurem Kali und Salzsäure behandelt wurde, nachdem ihr Panzer durch Behandlung mit Osmiumsäure gesprengt worden war. Vom Kern war nichts sichtbar als eine Lücke *Nl*, vom übrigen Inhalt blieb eine Anzahl Körner und ein im lebenden Plasma nicht sichtbares Fadenknäuel übrig.

Tafel 7.

27. Steiniella mitra n. sp.

Fig. $27_{,1}$. Zelle von rechts ventral. *Lt* = Leitstränge des Protoplasmas, dem Chromatophoren und kleine Fetttröpfchen eingebettet sind. Chromatophoren nur vom Randplasma gezeichnet. *Ft* = Fetttropfen, umhüllt von *Pld* der Plastide. $\frac{640}{1}$.

Fig. $27,_2$. Zelle von links ventral. Randplasma mit Einschlüssen nicht gezeichnet. c = centrales körniges Plasma, von dem Leitstrahlen Lt radienartig ausstrahlen. Den Leitstrahlen sind Chromatophoren eingebettet. $\frac{640}{1}$.

Fig. $27,_3$. Zelle von der rechten Seite mit grossen, hellorangegelben Tropfen Tr. Chromatophoren des Inneren nicht gezeichnet. $\frac{420}{1}$.

28. Protoceratium reticulatum (Clap. Lach.).

Fig. $28,_1$. Farbenskizze der Zelle.

Fig. $28,_2$. Theil eines Panzers einer gesprengten Zelle, einzelne Platten sind aus dem Verbande herausgelöst. qF = Querfurche. Zwei Tafeln der Querfurche sind sichtbar, dc und cb, die dritte, a, ist herausgebrochen. Falz c der Querfurchentafeln trifft nicht mit dem Plattenfalz cc der Aequatorialtafeln zusammen. f = Membrangrundfläche, g = erste Verdickungslage, h = stärkere Leisten, i = Dorn an den Kreuzungspunkten der Leisten, k = feine Verbindungsleisten zwischen den Dornen. $\frac{860}{1}$.

Fig. $28,_3$. Zwei Panzerplatten mit ihrer Naht; nur Grundmembran f und erste Verdickungslage gezeichnet. l = Grenze zwischen den Platten. $\frac{860}{1}$.

Fig. $28,_4$. Eine Aequatorialplatte mit Querfurchenflügelleiste, schräg von innen gesehen. $\frac{860}{1}$.

Fig. $28,_{5-6}$. Einzelne Panzerplatten. Auf dem Boden der Areolen konzentrische Ringe. $\frac{860}{1}$.

Fig. $28,_7$. Eine Platte. Die Ringe der Areolen sind in Poren aufgelöst. $\frac{860}{1}$.

Fig. $28,_8$. Längsfurchenplatten. $\frac{860}{1}$.

Fig. $28,_9$. Zelle in Oberflächenansicht von der Ventralseite. Membranstruktur nicht gezeichnet. Es heben sich Pusteln Pst^1 vom extramembranösen Plasma als einzelne kleine Bläschen ab; mehrere benachbarte Pusteln Pst^2 heben sich gemeinsam als Häutchen ab, sind aber durch Plasmastränge a noch mit der Zelle in Verbindung. Bei Pst^3 hat sich das extramembranöse Plasmahäutchen weiter abgehoben, die Verbindungsfäden a sind abgerissen. Panzer figürlich, Pst im optischen Querschnitt gezeichnet. $\frac{130}{1}$.

Fig. $28,_{10-11}$. Zwei Stückchen der extramembranösen Plasmablase, stärker vergrössert, Fig. $28,_{10}$ von der Fläche, Fig. $28,_{11}$ im optischen Durchschnitt. a sind die Verbindungsbalken.

29. Peridinium herbaceum n. sp.

Fig. $29,_1$. Membranstruktur, Kern und Pusulen. $\frac{770}{1}$.

Fig. $29,_2$. Färbung der Zelle. Das scheinbar homogene, hellere Grün rührt von den inneren und unteren Chromatophoren her, die nicht gesondert gezeichnet wurden. $\frac{770}{1}$.

31. Goniodoma acuminatum Stein var. n. v.

Fig. $31,_1$. Panzer in Apicalansicht. $\frac{540}{1}$.

Fig. $31,_2$. Panzer von der Seite. $\frac{540}{1}$.

Fig. $31,_3$. Zelle ventral. Inhalt. $\frac{540}{1}$.

Tafel 8.

30. Goniodoma acuminatum Stein.

Fig. $30,_1$. Zelle von links ventral, Plattenschema und Pusule. $\frac{130}{1}$.

Fig. $30,_2$. Einige benachbarte Platten gesprengt, um die Falzstreifen Fz zu zeigen. Von der Membranstruktur sind bloss die Grenzleisten der Platte angedeutet.

Fig. $30,_3$. Panzer von der Apicalseite (Membranstruktur). Panzernähte mit hohen Grenzleisten L. Flügelleisten der Querfurche mit unregelmässig areolären Verdickungen. qG = Geissel der Querfurche zwischen vorderer und hinterer Flügelleiste schwingend. $\frac{640}{1}$.

Fig. $30,_4$. Zelle, deren Panzer durch die Sporenhüllen in zwei Schalen zersprengt ist. Die Spore ist durch punktirte Linien angedeutet. N = Kern, a = Umriss des Plasmakörpers, b = äussere Sporenhaut. Die sichtbaren Querfurchentafeln qF hängen an der vorderen Panzerhälfte. $\frac{640}{1}$.

Fig. $30,_5$. Sprengung des Panzers durch die Pore. b = äussere Sporenhaut, a = Plasmahautschicht. Die Panzerplatten der Querfurche qF hängen z. Th. an der vorderen, z. Th. an der hinteren Panzerhälfte.

Fig. 30,$_{6}$. Während der Sporengeburt abgestorbene Zelle. Der Panzer ist durch Sporenbildung gesprengt und zeigt an mehreren Stellen die Falzstreifen *Fz* der Platten. Die Spore *Sp* ist umgeben von der äusseren Sporenhaut *b* und dicker Gallerthülle *d*, die die Panzersprengung bewirkt. Grenze *c* der Gallertschicht ist sichtbar gemacht durch Ansammlung von Bakterien, die in die Gallertschicht nicht eindringen. $\frac{640}{1}$.

Fig. 30,$_{7}$. Doppelspore, noch in die gemeinsame weiche Hülle *b* eingeschlossen. Beginnende Furchenbildung an der Sporenoberfläche. *a* = Hautschicht. $\frac{860}{1}$.

Fig. 30,$_{8}$. Einzelspore nach Abstreifen der Hülle. $\frac{860}{1}$.

Fig. 30,$_{9}$ $_{10}$. Zelle nach der Zelltheilung. Membranverdickung der jungen Panzerhälfte erst beginnend. *qFl* = Flügelleisten der alten Panzerhälfte, ausgewachsen. *qFl'* = Flügelleisten der neuen Panzerhälfte, wachsend. Vom Zellinhalt nur die Pusulen angedeutet. $\frac{540}{1}$.

33. Gonyaulax polygramma Stein.

Fig. 33 a$_{1}$. Farbe der lebenden Zelle. $\frac{640}{1}$.

Fig. 33 a$_{2}$. Struktur einer Panzertafel. *a* = Grenzleiste, *b* = sekundäre Verdickungsleiste, eine Grenzleiste imitirend, *c* = tertiäre Leisten, ein Netz bildend. Die von den tertiären Leisten umschlossenen Flächen sind die Areolen *d* = Grundfläche der Areole. *e* = Alveole, d. h. uhrglasförmige Verdünnung der Grundfläche der Areole. *f* = Nadelstichporus im Grunde der Alveolen. *g* = Gruppe mehrerer Alveolen in einer Areole, d. h. in einem von denselben tertiären Leisten umschlossenen Felde. Stark vergrössert.

Fig. 33 a$_{3}$. Grenzstelle dreier Panzertafeln. *a* = Grenzleiste, zugleich höchste Kante, an die sich die Flächen dachartig geneigt anlegen. *c* = Areolärleisten, *d* = Areolen, *e* = Poren, *k* = quaternäre Leiste innerhalb einer Areole, dieselbe in zwei sekundäre Areolen scheidend mit zwei Poren *p*, *i* = Intercalarstreifen, *n* = Naht. Sehr stark vergrössert. Ventralansicht.

Fig. 33,$_{4}$. Panzer durch ausschlüpfende Spore gesprengt. *n* = Naht = Plattengrenze, z. Th. gesprengt, nicht immer mit Leisten zusammenfallend. *Fz* = Falzstreifen an den natürlichen Grenzen der Platten, *a* = Grenzleisten nicht auf, aber parallel benachbart der Naht = *a* in Fig. 33a$_{3}$, *i* = Intercalarstreifen, *b* = sekundäre Leisten = scheinbare Grenzleisten. *c* = tertiäre Leisten = Areolärleisten. $\frac{640}{1}$.

Fig. 33,$_{5}$. Leerer Panzer, durch ausschlüpfende Spore gesprengt. Ansicht schräg ventral antapical. *n* = Nähte, = wirkliche Plattengrenzen, nicht mit Leisten zusammenfallend. *b* = scheinbare Plattengrenzen = sekundäre Verdickungsleisten. $\frac{640}{1}$.

Fig. 33,$_{6}$. Spore einen Panzer sprengend, Ventralseite. *g* = Gallerthülle als Sprenghülle des Panzers, *a* = äussere festere Schicht der Hülle, *b* = Plasmahautschicht der Spore.

Fig. 33,$_{7}$ $_{9}$. Ausgeschlüpfte Sporen. *a* = äussere Hülle, *c* = Apicalknötchen der Hülle. Fig. 33,$_{7}$. Ventralseite. Fig. 33,$_{8}$. Linke Seite. Fig. 33,$_{9}$. Apicalseite.

Fig. 33,$_{10}$. Spore durch Süsswasserzusatz zur Schwellung und bei *o* Sprengung der Hautschicht gebracht. Herausgepresste Chromatophoren grünlich verfärbt (in der Abbildung nicht wiedergegeben). In der herausgepressten verquellenden Plasmamasse einzelne Schwellblasen *s*. $\frac{540}{1}$.

33 b. Gonyaulax polygramma Stein var.

Fig. 33 b$_{1}$. Dorsalseite der Zelle, *C* = Chromatophoren des Randplasmas. $\frac{640}{1}$.

Fig. 33 b$_{2}$. Dieselbe Zelle, Ventralseite. Radialstrahlige Chromatophorenanordnung des Zellinneren ohne Randplasma. $\frac{640}{1}$.

Fig. 33 b$_{3}$. Panzerplatte. Membranstrukturen zart, isolirte Leistchen bildend. $\frac{640}{1}$.

Tafel 9.

32. Goniodoma acuminatum Stein var. armatum n. v.

Fig. 32,$_{1}$. Panzer von der rechten Seite. $\frac{640}{1}$.

Fig. 32,$_{2}$. Sackpusule in der Zelle. $\frac{430}{1}$.

Fig. 32,$_{3}$. Inhalt einer lebenden Zelle. Chromatophoren des Randplasmas *C* mit der Fläche anliegend. Chromatophoren des Innern *C'* radialstrahlig angeordnet. Vom Panzer nur die Nähte angedeutet. $\frac{640}{1}$.

Fig. $32_{,4}$. Radiale Chromatophorenanordnung im Innern. cPl = centrales Körnerplasma, davon ausstrahlende Leitstränge Lt mit Chromatophoren C. $\frac{640}{1}$.

34. Gonyaulax spinifera Diesing.

Fig. $34_{,1}$. Farbe der Zelle. $\frac{315}{1}$.

Fig. $34_{,2}$. Spore von weicher Hülle a umgeben.

35. Ceratium fusus Dujard.

Fig. $35_{,1}$. Langhörnige Zelle mit langen schmalen Chromatophorenplatten. γO mit Karmin stark färbbarer Tropfen = γ-Oel. δ = kleine Körnchen mit Gentianaviolett färbbar wie Chromatin. $\frac{600}{1}$.

Fig. $35_{,2}$. Zelle in Theilung. $\frac{160}{1}$.

Fig. $35_{,3}$. Kurzhörnige Form. $\frac{315}{1}$.

Fig. $35_{,4}$. Dickleibige Form mit sehr schmalen, langen, geschlängelten Chromatophoren. $\frac{315}{1}$.

Fig. $35_{,5-6}$. Zellkern. Fig. $35_{,5}$. Kernfäden in Kopfansicht. Fig. $35_{,6}$. Kernfäden in Seitenansicht. $\frac{700}{1}$.

36. Ceratium furca Dujard v. baltica Moebius.

Fig. $36_{,1}$. Zelle von der Ventralseite, mit Sackpusule. Sammelpusule, Nebenpusule. Längsgeissel in Korkzieherform gerollt in der Längsfurche. $\frac{540}{1}$.

37. Ceratium furca Dujard.

Fig. $37_{,1}$. Zelle von der Ventralseite. Mit Fetttropfen Ft, β-Oelkugel O ohne Fettreaktion, Klumpen derselben Reaktion O^1, kleinen doppelbrechenden Körnchen d und dK. $\frac{540}{1}$.

Fig. $37_{,2}$. Chromatophoren a, lebend zusammenhängend, b nach Osmiumeinwirkung zertheilt und zu rundlichen Platten zusammengezogen, durch plasmatische Stränge Lt verbunden.

38. Ceratium candelabrum Stein.

Fig. $38_{,1}$. Lebende Zelle, Dorsalseite. $\frac{430}{1}$.

Fig. $38_{,2}$. Kette von drei Zellen. Die Ellipsen zeigen die Lage der optischen Elasticitätsaxen der Membran im Längsschnitt. $\frac{175}{1}$.

39. Ceratium limulus Gourret.

Fig. $39_{,1}$. Lebende Zelle, Ventralseite. Unter der Geisselspalte stark körniges Plasma K. Fetttropfen Ft schon in lebender Zelle Plastiden zeigend. a = Tröpfchen oder Körnchen, mit Jod gelb färbbar, in Aether nicht löslich, in Kalilauge löslich.

Fig. $39_{,2}$. Ein Stück vom Plasmakörper von Fig. 1 (Sackpusule mit angrenzenden Fetttropfen) nach Behandlung der Zelle mit Osmiumsäure, Extraktion des Fettes mit Aether, Färbung des Plasma mit Jod. Pd = Plastide = Fettbildner. Pm = Pusulenmembran. Lt = Leitstränge.

Fig. $39_{,3}$. Plastiden des Randplasmas nach derselben Behandlung. h = Hohlraum der Plastiden, daneben Chromatophoren C.

Fig. $39_{,4}$. Stückchen des Panzers mit verzweigten Leisten L und Poren p in der Grundfläche.

Fig. $39_{,5}$. Panzerstückchen. L = Leiste, Poren P der Leiste angelagert.

Tafel 10.

40. Ceratium tripos Nitsch.

Fig. $40_{,1}$. Zelle von der Dorsalseite mit lappigen Chromatophorenplatten. $\frac{640}{1}$.

Fig. $40_{,2}$. Zelle von der Ventralseite. Membran nur im Umriss angedeutet, Pustelbildung nach einer anderen erkrankten Zelle eingetragen. Pst = die gewöhnlichen Pusteln am Hinterende der Zelle erscheinend. Pst^1 = eine Pustel an der vorderen Körperhälfte.

Fig. $40,_{2-6}$. Fortschreitende Stadien des Plasmaaustritts am Hinterende der Zelle. $\frac{400}{1}$.

Fig. $40,_{7}$. Ein ausgetretenes Plasmabläschen mit Chromatophoren. $\frac{400}{1}$.

Fig. $40,_{8}$. Lebende Zelle (Dorsalseite) in Pustelbildung. Inhalt nur theilweise gezeichnet. O = Tropfen von β-Oel, p = Plasma am Apex hervorquellend. *Pst* = Plasmabläschen am Hinterende sich emporhebend. e = Plasmabläschen an der Seite durch das Austreten von Chromatophoren und Körnerplasma einen Bruch des Panzerzusammenhanges anzeigend. In der Blase kleine Körnchen (nicht doppelbrechend) gleichmässig vertheilt in sog. Molekularbewegung. $\frac{400}{1}$.

Fig. $40,_{9}$. e^2 Die seitliche Plasmablase von Fig. $40,_{8}$. später: Die Molekularbewegung der Körnchen hört auf; die Körnchen ordneten sich gleichmässig wabig an (Gerinnungsakt der füllenden Flüssigkeit?). $\frac{430}{1}$.

Fig. $40,_{10}$. Die Blase e^2 von Fig. $40,_{9}$ platzt und fällt zusammen. $\frac{430}{1}$.

Fig. $40,_{11}$. Die Plastide *Pd* des Oeltropfens O aus Fig. $40,_{8}$ deutlich gemacht durch Fixirung, Färbung mit Karmin, Einbettung in Benzol, worin das Oel O scheinbar verschwindet und das gefärbte Bläschen *Pd* deutlicher sichtbar wird.

Fig. $40,_{12}$. Fragment einer Zelle von der Ventralseite, mit theilweiser Zeichnung des Zellinhalts. Die linke und rechte Flügelleiste der Längsfurche sind zum Fingerling zusammengewölbt, und bilden eine Schutzröhre der Geissel. b = blinddarmähnlicher Anhang der Sackpusule. $\frac{640}{1}$.

Fig. $40,_{13-17}$. Aufeinanderfolgende Stadien der Bewegung der Längsfurchengeissel. In Fig. $40,_{15}$ ist der bei der wirbelnden Bewegung der Geissel umschriebene Kegel angedeutet. Die Pfeile zeigen die Bewegung im Wasser befindlicher kleiner Körnchen an, die in der Richtuug der Pfeile fortgeschleudert werden.

Fig. $40,_{18}$. Bewegung einer Längsfurchengeissel, die in der Mitte durch ein festes Körnchen gehindert wird und nun so schwingt, dass sie eine Spindeloberfläche beschreibt, das freie Ende macht gleichzeitig schlängelnde Bewegungen.

Fig. $40,_{19}$. Richtungsänderung des von der schwingenden Geissel umschriebenen Kegels. Die drei Kegelumrisse zeigen drei Stellungen derselben Geissel zu verschiedener Zeit. a ist die normale, b und c sind vorübergehende Stadien.

Fig. $40,_{20}$. Zwei optische Querschnitte durch die von den Flügelleisten gebildete Geisselröhre (cf. Fig. $40,_{12}$ *lFl* und *rFl*) in verschiedener Höhe, halbschematisch.

Fig. $40,_{21-24}$. Vakuolenform. Fig. $40,_{21}$ normale Form. $\frac{430}{1}$. Fig. $40,_{22-24}$. Abweichende Formen. $\frac{430}{1}$.

Fig. $40,_{25}$. Ein Fadenbündel im Innern der Zelle.

Fig. $40,_{26}$. Lebende Zelle von der Ventralseite mit reducirten Chromatophoren, orangefarbenen Tröpfchen und einem vergrösserten Kern. $\frac{315}{1}$.

Fig. $40,_{27}$. Lebende Zelle (Fragment) mit rothem Klumpen (δ-Oel). $\frac{430}{1}$.

Tafel 11.

40. Ceratium tripos Nitsch.

Fig. $40,_{28}$. Lebende Zelle mit rothem Körper (mit unregelmässiger Oberfläche). $\frac{640}{1}$.

Fig. $40,_{29}$. Lebende Zelle mit rothem Körper δ (aus vielen kleineren gebildet). $\frac{315}{1}$.

Fig. $40,_{30}$. Lebende Zelle mit gelblichem Tropfen ε (γ-Oel). $\frac{360}{1}$.

Fig. $40,_{31-34}$. γ-Oel = stark lichtbrechende, farblose Klumpen. Lebende Zelle mit Schneider'schem Essigkarmin behandelt, Klumpen verschieden stark gefärbt. $\frac{350}{1}$.

Fig. $40,_{35a}$. β-Oel. Ein Tropfen in der lebenden Zelle (Oberfläche). Fig. $40,_{35b}$. Derselbe nach Osmiumfixirung der Zelle (Durchschnitt).

Fig. $40,_{36}$. Kammartige Leisten und Stacheln einer Hornwurzel.

41. Ceratium gravidum Gourret.

Fig. $41,_{1}$. Zelle von der Dorsalseite mit mehrzipfliger Pusule. Chromatophoren gelappt. Fetttröpfchen zu Sori vereinigt. $\frac{350}{1}$.

Fig. $41,_{2}$. Hinteres Ende mit den zwei Endhörnern von der Ventralseite. $\frac{450}{1}$.

Fig. $41,_{3}$. Optischer Querschnitt durch die Geisselröhre.

Fig. $41,_{4}$. Ein Fleckchen des Randplasmas, in Oberflächenansicht stärker vergrössert. Chromatophoren in lappigen Platten und Tröpfchen *Tr* zu Häufchen vereinigt zwischen Leitsträngen *Lt*. $\frac{640}{1}$.

Fig. $41,_{5}$. Dieselbe Stelle nach Einwirkung verdünnter Kalilauge. Die Chromatophoren sind abgerundet und die Tröpfchen z. Th. zusammengeflossen. $\frac{640}{1}$.

Tafel 12.

42. Ceratium digitatum n. sp.

Fig. $42,_{1}$. Zelle mit normalen Chromatophoren von der rechten Seite. $\frac{640}{1}$.

Fig. $42,_{2}$. Zelle von der Dorsalseite. Chromatophoren abgerundet. $\frac{640}{1}$.

Fig. $42,_{3}$. Zelle. Vorderhorn von der ventralen Fläche gesehen. $\frac{400}{1}$.

Fig. $42,_{4}$. Zelle links ventral. $\frac{400}{1}$.

Fig. $42,_{5}$. Zelle rechts dorsal. $\frac{400}{1}$.

Fig. $42,_{6}$. Vakuole in der Zelle. $\frac{250}{1}$.

43. Peridinium divergens Ehrbg. var.

Fig. $43,_{1}$. Zelle von der Dorsalseite. $\frac{400}{1}$.

Fig. $43,_{2}$. Zelle von der rechten Seite. Intercalarstreifen *i* angedeutet. $\frac{400}{1}$.

Fig. $43,_{3}$. Zelle in Apicalansicht. Areoläre Panzerstruktur. n = Naht, i = Intercalarstreifen.

Fig. $43,_{4}$. Grenzstelle von vier Platten mit Intercalarstreifen *i*. Naht *n*. Leisten *l* der Fläche Vieleckareolen bildend, Treffpunkt der Leistenknoten *k* erhoben; jede Areole mit Porus, bisweilen mit 2 Poren. Seltener liegen die Poren in Leisten eingebettet. Leisten der Intercalarstreifen leiterartig. Stark vergrössert.

Fig. $43,_{5}$. Querfurchenplatte mit angrenzenden Aequatorialplatten. Fz = Falzstreifen.

Fig. $43,_{6}$. Querfurchenplatten (Gürtelband) als zusammenhängender Ring aus einem gesprengten Panzer. $\frac{430}{1}$.

Fig. $43,_{7}$. Ein Hinterhorn aus gesprengtem Panzer mit parallelstreifigem Falzstreifen *Fz*. $\frac{640}{1}$.

Fig. $43,_{8}$. Rand einer herausgesprengten Platte (Fig. $43,_{7}$) mit dem zur Platte gehörigen Theil des Intercalarstreifens i_2 und Falzrand *Fz*. Stark vergrössert.

Fig. $43,_{9}$. Grenzstelle von vier Platten. Intercalarstreifen *i* nur von je einer der Naht angrenzenden Platte gebildet. Fz = untergreifender Falzstreifen quer gestreift. Stark vergrössert.

Fig. $43,_{10}$. Furchenplatten, z. Th. mit Areolärstruktur *A*, z. Th. mit Poroidstruktur *P*. $\frac{860}{1}$.

Fig. $43,_{11}$. Ein Stück einer Poroidplatte, stärker vergrössert. po = echte Poren, pi = Poroiden.

Fig. $43,_{12}$. Zelle ventral apical nach Osmiumbehandlung. Ftp = landkartenartige, lappige Fettplatten. $\frac{540}{1}$.

Tafel 13.

43. Peridinium divergens Ehrbg. var.

Fig. $43,_{13}$. Zelle in Vorbereitung zur Sporenbildung. Beginn der Plasmolyse. $\frac{640}{1}$.

Fig. $43,_{14}$. Ausschlüpfen der Spore. $\frac{640}{1}$.

Fig. $43,_{15-16}$. Spore mit zahlreichen Tochterpusulen, die z. Th. in einen Pusulenkanal münden. $\frac{640}{1}$.

Fig. $43,_{17}$. Platysomen in verschiedener Stellung. Stark vergrössert.

Fig. $43,_{18}$. Zelle mit Spore, Dorsalansicht. Pusulen auf zwei kleine Nebenpusulen reducirt. Platysomen z. Th. senkrecht zur Peripherie gestellt. $\frac{640}{1}$.

Fig. $43,_{19}$. Zelle mit Spore im optischen Längsschnitt. V = Vakuolen mit Fettglanz. Pusulen reducirt. $\frac{640}{1}$.

Fig. $43,_{20}$. Zelle von hinten dorsal. Vom Apex bis zur Linie *aa'* im optischen Längsschnitt, von da an bis zum Antapex Oberflächenansicht. Pts = Platysomen in der Flächenansicht, Pts' = Platysomen im Durchschnitt, Rh = radial gerichtete Stäbchen, im Körnerplasma wurzelnd. $\frac{640}{1}$.

Fig. $43,_{21}$. Zelle von der Ventralseite mit rosagefärbtem Plasma und grossen, rothen Tropfen. $\frac{300}{1}$.

Fig. $43,_{22}$. Zelle von hinten dorsal mit grösseren und kleineren rothen Oeltropfen δ, die namentlich in den Hörnern und in der Nähe der Querfurche gehäuft sind.

Fig. $43,_{23}$. Zelle mit maulbeerartigem rothen Fettkörper *m*.

Fig. $43,_{24}$. Zelle mit rothen Fetttrauben. $\frac{375}{1}$.

Fig. $43,_{25-29}$. Durchbrechen einer Fetttraube *a* in einem Flüssigkeitshohlraum *V*. Einwirkung von Essigsäure und darauf folgendes Lösen des rothen Fettes in Alkohol.

44. Peridinium divergens Ehrbg. var.

Fig. $44,_{1}$. Lebende Zelle. Oberflächenansicht der Ventralseite der Oberfläche anliegend, kleine, kurze Rhabdosomen *Rh* und Platysomen *Pts*. Die abgeworfene, flatternde Querfurchengeissel *qG* mit kleinen Schwellbläschen *Bl*. $\frac{640}{1}$.

Fig. $44,_{2}$. Zelle, ventral. Vollständige Pusulen. Stäbchen *Rh* von einem Centrum *c* ausstrahlend. $\frac{640}{1}$.

Fig. $44,_{3}$. Zelle in Sporenbildung, linke Seite in Entwicklungsplasmolyse. *Pts* = Platysomen. $\frac{640}{1}$. Fig. $44,_{3b}$. Eins derselben stärker vergrössert.

Fig. $44,_{4}$. Lebende Zelle in Sporenbildung. Weitgehende Entwicklungs-Plasmolyse. Pusulen z. Th. reducirt. Sammelpusule *P* mit Tochterpusulen vorhanden, Sackpusule *P'* reducirt. $\frac{450}{1}$.

Fig. $44,_{5}$. Pusulen der vegetativen Zelle in Dorsalansicht. $\frac{640}{1}$.

Tafel 14.

44. Peridinium divergens Ehrbg.

Fig. $44,_{6}$. Sackpusulen in einer lebenden Zelle von rechts hinten gesehen, normal gefüllt. $\frac{540}{1}$.

Fig. $44,_{7}$. Dieselbe lebende Zelle von hinten gesehen etwas später. Die Sackpusule ist faltig geschrumpft. $\frac{540}{1}$.

Fig. $44,_{8}$. Zelle in Ventralansicht mit zerstreuten karminrothen Tröpfchen *Trr*, in der Zeichnung grau wiedergegeben, im Randplasma namentlich der Hörner aus der Geisselspalte hervorquellendem Plasma. $\frac{540}{1}$.

Fig. $44,_{9-12}$. Hervortreten von Plasmablasen *Pst* und Körnerplasma *p* aus der Geisselspalte. Aufeinanderfolgende Stufen desselben Processes an einem Zellfragment in linker Seitenansicht dargestellt. $\frac{540}{1}$.

45. Peridinium pellucidum (Bergh) Schütt.

Fig. $45,_{1}$. Lebende Zelle von hinten, dorsal. Inhalt im optischen Durchschnitt, Membran nur in Umrisslinien. Vakuolen und Platysomen im Durchschnitt.

Fig. $45,_{3}$. Platysomen von der Fläche, halbschematisch stark vergrössert.

Fig. $45,_{4}$. Zelle in Sporenbildung. Ventralseite. Plasmolysirter Inhalt in Oberflächenansicht mit kleinen Platysomen. $\frac{860}{1}$.

Fig. $45,_{5}$. Pusulen und Kern derselben Zelle, von der linken Seite optischer Durchschnitt. $\frac{860}{1}$.

Fig. $45,_{6-7}$. Lebende Zelle mit grossem bienenkorbartigen Körper N^1 (Kern?). Fig. $45,_{6}$. Oberfläche. Fig. $45,_{7}$. Optischer Durchschnitt. $\frac{860}{1}$.

Fig. $45,_{8}$. Zelle dorsal mit dichter Platysomenlage. $\frac{640}{1}$.

Fig. $45,_{9}$. Zelle dorsal. Furchengrenzen der Ventralseite punktirt. Mittelschicht des Inhalts. Vollständiger Pusulenapparat. Vakuolenzone. Kern. $\frac{640}{1}$.

46. Peridinium Michaelis Ehrbg.

Fig. $46,_{1}$. Zelle in Sporenbildung. Inhalt plasmolysirt mit zahlreichen Stäbchen und Platysomen. Dorsale Oberflächenansicht. $\frac{540}{1}$.

Fig. $46,_{2}$. Zelle in Ventralansicht. Plattengrenzen des Panzers durch Linien angedeutet, auf der Oberseite ausgezogen, auf der Unterseite punktirt. Pusulen und Kernumriss angedeutet. Ende der Längsgeissel mit kleinen Schwellbläschen. $\frac{540}{1}$.

Fig. $46,_{3}$. Zelle von der Ventralseite. Vom Panzer nur Umriss, Flügelleisten und Geisselspalte angedeutet. Inhalt im optischen Durchschnitt. Pusulenmembran der Sackpusule gezeichnet. Im Körnerplasma *Kp* wurzeln einzelne Radialnadeln. Geisseln in Schwingung. $\frac{540}{1}$.

Fig. $46,_{3-4}$. Normal-Pusulen.

Fig. $46,_{4}$. Dieselbe Zelle von der linken Seite. Pusulen, Kern, Geisseln. Längsgeissel in zwei Stellungen, davon die eine punktirt gezeichnet. $\frac{540}{1}$.

Fig. $46,_5$. Zelle ventral. Pusule mit welliger Oberfläche. $\frac{540}{1}$.
Fig. $46,_6$. Zelle dorsal. Lappige Pusule. $\frac{540}{1}$.
Fig. $46,_7$. Zelle in Apicalansicht. Lappige Pusule. $\frac{540}{1}$.

47. Peridinium pedunculatum n. sp.

Fig. $47,_1$. Zelle in Sporenbildung, ventral. $\frac{540}{1}$.
Fig. $47,_2$. Zelle in Sporenbildung, dorsal antapical. Spore in Oberflächenansicht, mit grossen gelappten Fettplatten. $\frac{540}{1}$.
Fig. $47,_3$. Dieselbe Zelle im optischen Durchschnitt, mit Nadelbüscheln *Rh* im Randplasma. $\frac{540}{1}$.

Tafel 15.

48. Peridinium globulus Stein.

Fig. $48,_1$. Zelle ventral. Oberfläche bedeckt mit rundlichen, kleinen Platysomen. Quer- und Längsgeissel. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_2$. Zelle ventral. Theilweiser optischer Durchschnitt, im geöffnet gezeichneten Theil Pusulen und Nadelpyramiden *Rh*. Rechts unten Oberflächenansicht von einer anderen Zelle nach Erkrankung derselben, zeigt extramembranöses Plasma *Pst* in kleinen Bläschen sich erhebend, und die Querfurchengeissel *qG* stellenweise zu kleinen Schwellbläschen (Perlschnur) angeschwollen. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_3$. Optischer Durchschnitt der Zelle in der Aequatorialebene mit feinfaltiger Sackpusule, von Vakuolenzone umgeben. Sammelpusule mit Tochterpusulen. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_4$. Ein Stück des Plasmakörpers von Fig. $48,_3$, stärker vergrössert, zeigt die Sonderung des Plasmas in verschiedene Theile: Hautschicht, Körnerplasma, Innenplasma, Pusulenmembran, Sackpusule. Stark vergrössert.
Fig. $48,_5$. Zelle mit zahlreichen Nebenpusulen. Schräg links, dorsal, apical. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_6$. Zelle mit Pusulen, die ein komplicirteres Hohlraumsystem bilden. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_7$. Zelle mit magenförmiger Sackpusule, dorsal. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_8$. Zelle mit lappiger Sackpusule, schräg antapical. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_9$. Zelle mit kugelförmiger Sackpusule und grosser Sammelpusule in einer jungen Zelle, umgeben von Vakuolenzone, ventral antapical. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_{10}$. Zelle in Vorbereitung zur Sporenbildung. Optischer Aequatorialdurchschnitt. Pusule *P* abgeflacht, im Verschwinden begriffen, Plasmakörper von der Panzermembran *m* zurückgezogen und der Zwischenraum von einer geschichteten wasserreichen Hülle *Ga* ausgefüllt. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_{11}$. Zelle wie Fig. $48,_{10}$. Opt. Durchschnitt. Pusule reducirt. Im Randplasma wurzeln Nadelpyramiden *Rh*. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_{12}$. Zelle in Sporenbildung plasmolysirt. Optischer Durchschnitt. Vakuolen stärker lichtbrechend (mit Fettglanz. $\frac{540}{1}$.
Fig. $48,_{13}$. Junge Zelle mit mehreren grossen Kugelpusulen. $\frac{540}{1}$.

50. Diplopsalis lenticula Bergh.

Fig. $50,_1$. Lebende Zelle, ventral apical. Grosse, nierenförmige Sackpusule. Sammelpusule schwach besetzt mit Tochterpusulen. $\frac{400}{1}$.
Fig. $50,_2$. Zelle dorsal. $\frac{400}{1}$.
Fig. $50,_3$. Panzerfragment. Begrenzung des Apex. f = Grundfläche der Panzerplatten, p = Porus, w = Umwallung des Porus, n = Naht zwischen zwei Platten, l = Verdickungsleisten, Fz = Falzleiste, af = Verschlussplatte der scheinbaren Apicalöffnung, s = eigentliche Apicalöffnung. Sehr stark vergrössert.
Fig. $50,_4$. Zelle antapical dorsal. Pusulen. $\frac{430}{1}$.
Fig. $50,_5$. Lebende Zelle apical. Panzerstruktur und Pusulen. Geissel in Bewegung.
Fig. $50,_6$. Lebende Zelle apical. Rand (Membran) und Plättchen der Hautschicht und Pusulen *sP* im optischen Durchschnitt. s = Plättchen und Tröpfchen. Das Randplasma in Oberflächenansicht. Apex angedeutet. Die Querfurchengeissel *qG* ist nach einer anderen Zelle im Zustand der Erkrankung gezeichnet, wie sie zu zahlreichen Schwellblasen verquillt. $\frac{540}{1}$.
Fig. $50,_7$. Lebende Zelle apical. Färbung des Randplasmas. Quergeisseln verquellen zu Bläschen. $\frac{400}{1}$.
Fig. $50,_{8-10}$. Fettplättchen im Randplasma. Fig. $50,_8$ in der lebenden, Fig. $50,_{9-10}$ in der mit Osmiumsäure fixirten Zelle. Stark vergrössert.

Fig. $50,_{11}$. Ein Fettplättchen nach Lösen des Fettes mit Benzol zeigt die Plastide (Fettbildner) *Pd.* Stark vergrössert.

Fig. $50,_{12}$. Zelle dorsal. Plättchensysteme der Hautschicht. Zelle geschrumpft, H = Hautschicht, a = Plättchen derselben am Rande im optischen Durchschnitt, b in der Mitte in Oberflächenansicht. Alle übrigen Strukturen des Plasmakörpers sind verquollen. $\frac{430}{1}$.

Fig. $50,_{13}$. Elasticität der Plattenhautschicht. Plasma durch Kali und Wasser zur Quellung gebracht, Panzer im Querfurchenrand in zwei Theile gesprengt, der Zellinhalt quillt aus der Oeffnung hervor, wird aber von der elastischen Hautschicht noch zusammengehalten. Hautschicht gedehnt. Plattensysteme derselben auseinander gedrängt. Durch Essigsäure wird der Plasmakörper wieder zum Schrumpfen gebracht. Die Hautschicht folgt der Zusammenziehung (cf. Fig. $50,_{12}$). $\frac{430}{1}$.

Fig. $50,_{14}$. Panzer der gesprengten Zelle mit Nähten n. $\frac{430}{1}$.

Tafel 16.

49. Peridinium ovatum (Pouchet) Schütt.

Fig. $49,_{1-6}$. Schwärmsporenbildung. $\frac{240}{1}$.

Fig. $49,_{1}$. Ausschlüpfen der Spore *Sp* aus dem gesprengten Panzer.

Fig. $49,_{2-5}$. Formveränderung der Spore während der Schwärmzeit.

Fig. $49,_{6}$. Die Zelle nach Ausscheidung des neuen Panzers.

Fig. $49,_{7}$. Von der ausschlüpfenden Spore gesprengter Panzer, den Falzstreifen *Fz* der getrennten Platten zeigend. a = Areolirung der Platten des ausgewachsenen Panzers. $\frac{540}{1}$.

Fig. $49,_{8-10}$. Plattenstruktur, Naht und Falzeinrichtung. Poren nicht gezeichnet. Stark vergrössert.

Fig. $49,_{8}$. Plattengrenze von vier zusammenhängenden Platten verschiedenartiger Struktur. a = Platten mit grobmaschiger Areolirung, b = feinmaschige Platten, Uebergang zu Poroiden. n = die Naht.

Fig. $48,_{9}$. Fragment zweier Platten, Falzstreifen an der linken Seite gewaltsam auseinander gebogen, an der rechten Seite noch zusammenhängend und hier den Querfalzrand zeigend.

Fig. $49,_{10a}$. Drei zusammengehörige Platten getrennt mit quergestreiftem Falzstreifen *Fz*.

Fig. $49,_{10b}$. Eine Platte einer ganz jungen Zelle, vor Ausbildung der areolären Wandverdickungen nur Poren zeigend.

Fig. $49,_{11}$. Zelle in Vorbereitung zur Sporenbildung. Das Plasma von der Membran zurückgezogen. Optischer Aequatorialschnitt. $\frac{430}{1}$.

Fig. $49,_{12}$. Optischer Tangentialschnitt durch die Vakuolenschicht. $\frac{430}{1}$.

Fig. $49,_{12b}$. Oberfläche des Körnerplasmas. $\frac{860}{1}$.

Fig. $49,_{13-18}$. Veränderung des Pusulenapparates während der Sporenbildung. $\frac{430}{1}$.

Fig. $49,_{13-14}$. Spore noch in der alten Membran.

Fig. $49,_{15-16}$. Freie Spore.

Fig. $49,_{17-18}$. Ausbildung der neuen Membran.

Fig. $49,_{18}$. Form der Pusule der normalen Zelle.

Fig. $49,_{19-22}$. Reduciren der Pusulen vor der Sporenbildung bei einer anderen Zelle. $\frac{430}{1}$.

Fig. $49,_{23}$. Pusulen mit bocksbeutelartigen Lappen. Zelle in Apicalansicht, Plattengrenzen des Panzers angedeutet. $\frac{430}{1}$.

Fig. $49,_{24-25}$. Klauenartig gelappte Pusule. Fig. $49,_{24}$ in Apicalansicht. Fig. $49,_{25}$ in Dorsalansicht. $\frac{430}{1}$.

Fig. $49,_{26}$. Zelle in Apicalansicht mit zwei Sporen. a = äussere Sporenhaut, für beide Sporen gemeinschaftlich, i = innere Sporenhaut, m = Membran der Mutterzelle. $\frac{100}{1}$.

Fig. $49,_{27}$. Ausschlüpfende Spore. a = Sporenhaut. $\frac{540}{1}$.

Fig. $49,_{28}$. Schwärmspore mit Platysomen (Leuco-Coeloplasten) in verschiedener Lagerung. $\frac{760}{1}$.

Fig. $49,_{29-31}$. Formen der beiden mit Tochterpusulen dicht besetzten Hauptpusulen im Sporenstadium. Fig. $49,_{29}$ in perspektivischer Ansicht. Fig. $49,_{30}$ Querschnitt. Fig. $49,_{31}$ Flächenansicht.

Tafel 17.

51. Pyrophagus horologium Stein.

Fig. $51,_{1}$. Zelle in Sporenbildung. Membran in Aequatorialschnitt. Querfurchenflügelleiste und Längsfurche angedeutet. Zwei Sporen in der Zelle, von gemeinsamer weicher Hülle umgeben, in der die Geisseln bewegt werden.

Im Randplasma schmale, gebogene Chromatophorenplättchen. *Cr* = Chromatophoren im Randplasma. *Ci* = Chromatophoren im Innern sternförmig um das körnige Centrum angeordnet, hellgelb, ohne Randkontour gezeichnet. $\frac{860}{1}$.

Fig. $51,_2$. Lebende Zelle mit 4 Sporen. Membran im Aequatorialschnitt wie Fig. $51,_1$. Der gelbe Schein des Grundplasmas rührt von den Chromatophoren des Innern und der Unterseite her, die nicht einzeln gezeichnet wurden. $\frac{860}{1}$.

Fig. $51,_3$. Zelle in Sporenbildung von der Dorsalseite. $\frac{170}{1}$.

52. Oxytoxum tesselatum (Stein) Schütt.

Fig. $52,_1$. Lebende Zelle von der Dorsalseite mit grossem, gelbem Körper *Kl* und gelblichem Schimmer. $\frac{400}{1}$.

Fig. $52,_2$. Panzer rechts ventral. Primäre und tertiäre Leisten längs, sekundäre Leisten quer. $\frac{860}{1}$.

Fig. $52,_3$. Panzer ventral, primäre Leisten längs, sekundäre Leisten quer. $\frac{860}{1}$.

Fig. $52,_4$. Panzer dorsal. Leisten wie Fig. $52,_3$. $\frac{860}{1}$.

Fig. $52,_5$. Lebende Zelle rechts ventral. Chromatophoren als sehr zarte, wenig gefärbte Plättchen im Randplasma. $\frac{860}{1}$.

Fig. $52,_6$. Lebende Zelle links. Chromatophoren zu einem dichten Klumpen (Chromatosphäre *Cs*) vereinigt. Grundplasma farblos, Pusule, Quergeissel. $\frac{860}{1}$.

Fig. $52,_7$. Zelle ventral apical. Panzer, Kern, Längsgeissel. $\frac{860}{1}$.

Fig. $52,_8$. Membranverdickung in Form leiterförmig angeordneter Leisten. Stärker vergrössert.

53. Oxytoxum constrictum (Stein) Bütschli.

Fig. 53. Zelle in Dorsalansicht. Chromatophorenbild. $\frac{860}{1}$.

54. Oxytoxum diploconus Stein.

Fig. $54,_1$. Lebende Zelle rechts ventral. Chromatophoren zu einer Kugel *Cs* (Chromatosphäre) zusammengezogen, in der die einzelnen Chromatophoren nicht mehr deutlich erkennbar. *C* = einzelne sehr schwach gefärbte Plättchen im Randplasma. $\frac{860}{1}$.

Fig. $54,_2$. Panzer in der Aequatorialebene gesprengt, Hälften an der Längsfurche noch zusammenhängend. *Aap* = Antapicalplatten. $\frac{860}{1}$.

Fig. $54,_{3-5}$. Antapicalplatten, vom Panzer getrennt, in verschiedener Stellung. $\frac{860}{1}$.

Tafel 18.

55. Oxytoxum scolopax Stein.

Fig. $55,_1$. Panzer in Ventralansicht, Quergeissel in Bewegung. Längsgeissel in anomaler Stellung nach vorn gerichtet. $\frac{860}{1}$.

Fig. $55,_2$. Panzer von der rechten Seite. Längsgeissel normal nach hinten gerichtet. $\frac{860}{1}$.

Fig. $55,_3$. Eine Post-Aequatorialtafel, umgrenzt von Verdickungsleisten. Rechts und links Falzeinrichtung. + *Fz* der überstehende Falzstreifen, — *Fz* verdünnte Stelle des Plattenrandes zum Unterlagern des überstehenden Falzstreifens der Nachbarplatte.

Fig. $55,_{4-6}$. Zellinhalt nach gesunden, extramembranöses Plasma nach erkrankten Zellen gezeichnet. Chromatophoren kleine Plättchen in zwei Portionen am Vorder- und Hinterende der Zelle. Kern mit Durchschnitt der Kernfäden in Fig. $55,_4$ und Fig. $55,_5$, nur die Kernform gezeichnet in Fig. $55,_6$.

Fig. $55,_4$. Am Hinterende der Zelle isolirte Pusteln = Bläschen extramembranösen Plasmas. Die Längsfurchengeissel ist zu einem Band dicht gedrängter kleiner Schwellblasen umgewandelt. $\frac{860}{1}$.

Fig. $55,_5$. Plasmablasen *Pst'* aus der Geisselspalte hervordringend. $\frac{860}{1}$.

Fig. $55,_6$. Pusteln aus der Geisselspalte *Pst* wie bei Fig. $55,_5$. Ausserdem hebt sich die extramembranöse Hautschicht *E* als grosser Schlauch von der Panzeroberfläche ab. $\frac{860}{1}$.

Fig. $55,_7$. Stück einer Aequatorialtafel des Panzers mit Poren *p* in der Membrangrundfläche *f* und anderen Poren p^1, die in die Leisten *l* selbst eingelassen sind und von einem Leistenwall l^1 umgeben sind. Stark vergrössert.

Fig. $55,_8$. Stück zweier zusammenhängender Aequatorialtafeln des Panzers. Die Naht *n* von Leisten *l* eingefasst. Stark vergrössert.

57. Podolampas elegans n. sp.

Fig. $57_{,1}$. Inhalt der lebenden Zelle mit zahlreichen Stäbchen, theils einzeln *Rh*, theils in paralleler *Rh''* und radialer *Rh'* Anordnung, zum Theil vom Kern verdeckt. Fadenbündel *Fd*. *C* = gelber Klumpen ohne erkennbare Gliederung in einzelne Chromatophoren. *O* = Oeltropfen, nicht durch Osmiumsäure schwärzbar. $\frac{540}{1}$.

Fig. $57_{,2}$. Pusulen in der lebenden Zelle. $\frac{450}{1}$.

Fig. $57_{,3}$. Sack- und Sammelpusule mit Tochterpusulen, Kern, Fadenbündel, Chromatosphäre in der lebenden Zelle. $\frac{450}{1}$.

Fig. $57_{,4}$. Zelle nach Osmiumfixirung ventral. Inhalt und Längsgeissel. Chromatosphäre *C*, Oeltropfen *O* durch Osmiumsäure nicht schwärzbar, von Plastide *Pd* umgeben. Fadenbündel *Fd* gekrümmt. Im Randplasma landkartenartige Platten durch Osmiumsäure schwärzbaren flüssigen Fettes. $\frac{540}{1}$.

Fig. $57_{,5}$. Zelle von der linken Seite nach Osmiumfixirung mit landkartenartig zusammengeflossenen Fettplatten *Ftp* im Körnerplasma. Chromatosphäre *C*. $\frac{540}{1}$.

58. Podolampas palmipes Stein.

Fig. $58_{,1}$. Lebende Zelle. Inhalt. Das hervorquellende Körnerplasma *E* nach einer anderen Zelle gezeichnet. Sackpusule. Chromatophoren zu Klumpen *Cs* vereinigt. Stäbchen *Rh* und Fadenbündel *Fd*. Platysomen kleine Plättchen im Randplasma in Flächen- und Kantenansicht. $\frac{640}{1}$.

Fig. $58_{,2}$. Lebende Zelle. Sackpusule, Chromatosphäre *Cs*. Fadenbündel *Fd* an der Siebplatte *Sb* inserirt. Am Hinterende ein lockeres Bündel starker Stäbchen. $\frac{640}{1}$.

Fig. $58_{,3-4}$. Pusulenänderung. Fig. $58_{,3}$. Pusule frisch, prall. $\frac{540}{1}$. Fig. $58_{,4}$. Pusule krank, faltig. $\frac{540}{1}$.

Fig. $58_{,5}$. Inhalt einer mit Osmiumsäure fixirten Zelle. Längs- und Quergeisseln nach dem Leben gezeichnet. Fadenbündel schlaff, Stäbchenbündel und Einzelstäbchen. Grössere Fettplatten durch Osmiumsäure geschwärzt. $\frac{640}{1}$.

Fig. $58_{,6}$. Zelle, Inhalt mit Osmiumsäure fixirt. Fettplatten in Form kleiner, zerstreuter, lappiger Körperchen. $\frac{640}{1}$.

Fig. $58_{,7}$. Amoeboidalplasma aus einer lebenden, unversehrten Zelle auskriechend. Zellkörper nur fragmentarisch angedeutet. $\frac{640}{1}$.

Fig. $58_{,8}$. Amoeboidalplasma baumartig sich verzweigend. $\frac{640}{1}$.

Tafel 19.

56. Podolampas bipes Stein.

Fig. $56_{,1}$. Lebende Zelle von links hinten ventral. Längs- und Quergeissel in Bewegung. Chromatophoren meist zu Klumpen (Chromatosphären *Cs*) zusammengeballt. Rhabdosomen theils einzeln *Rh*, theils radialstrahlig *Rh'* angeordnet, *Pt* = Coeloplasten, mit Osmiumsäure nicht schwärzbar. $\frac{430}{1}$.

Fig. $56_{,2}$. Lebende Zelle. Inhalt, Chromatophoren, z. Th. zu Platten *Cp*, z. Th. zu Klumpen *Cs* zusammengezogen. Zahlreiche Rhabdosomen *Rh* in der Randzone. *Fd* = Fadenbündel, in der Mitte verbreitert, an der Siebplatte inserirt. $\frac{430}{1}$.

Fig. $56_{,3}$. Rhabdosomen und Fäden stärker vergrössert.

Fig. $56_{,4-6}$. Chromatophorenveränderung. $\frac{430}{1}$.

Fig. $56_{,4}$. Chromatophoren im Randplasma zerstreut. $\frac{430}{1}$.

Fig. $56_{,5-6}$. Zusammenziehung der Chromatophoren zu Platten *Cp* und Klumpen *Crs*. $\frac{430}{1}$. Fig. $56_{,5}$ früheres, Fig. $56_{,6}$ späteres Stadium bei derselben Zelle, Fig. $56_{,6b}$ Endstadium der Chromatophoren im optischen Durchschnitt. Die Chromatophorenpartieen von Fig. $56_{,6}$ sind aus den mit gleicher Zahl bezeichneten Chromatophorenpartieen von Fig. $56_{,5}$ hervorgegangen. Das Uebrige der beiden Zellen ist nach verschiedenen Originalen gezeichnet.

Fig. $56_{,6}$. Pusteln *Pst* an den Seiten und Plasmakörner *Pl* aus dem Apex hervorquellend. Von einer anderen Zelle eingetragen.

Fig. $56_{,7-12}$. Verschiedene Formen der Sackpusule. Optischer Längsschnitt der Zelle. $\frac{430}{1}$. Ausser der Sackpusule enthält Fig. $56_{,7}$ noch Sammelpusule mit Tochterpusulen, Fadenbündel (an der Siebplatte inserirt) *Fd*. Rhabdosomen, Membranquerschnitt. Fig. $56_{,11}$ im Längsplasmabalken Körnerplasma *kPl*. Fig. $56_{,7-11}$ optischer Lateralschnitt, Fig. $56_{,12}$ Sagittalschnitt.

Fig. $56_{,18-21}$. Amoeboidalplasma. Vom Zellkörper ist nur der hintere Theil gezeichnet.

Fig. $56,_{13-14}$. Hervortreten einer Plasmablase mit Vakuolenbildung *V*. Fig. $56,_{13}$ lebend, Fig. $56,_{14}$ abgestorben. $\frac{430}{1}$.
Fig. $56,_{15}$. Amoeboidalplasma mit Vakuolen *V* bei einer anderen Zelle. $\frac{430}{1}$.
Fig. $56,_{16-20}$. Ausschleudern von Fäden des Fadenbündels und Austreten von Amoëboidalplasma. Aufeinanderfolgende Stadien bei einer Zelle. $\frac{430}{1}$.
Fig. $56,_{21}$. Amoeboidalplasma mit Vakuolen *V* und Schwellblasen *Sch*. $\frac{430}{1}$.

Tafel 20.

59. **Blepharocysta striata** n. sp.

Fig. $59,_{1}$. Panzer von der rechten Seite. $\frac{1200}{1}$.
Fig. $59,_{2}$. Panzer in Apicalansicht. $\frac{1200}{1}$.
Fig. $59,_{3}$. Zelle von rechts gesehen, Inhalt im optischen Sagittalschnitt, Kern, Vakuolen, Pusulen, Fadenbündel; im Vordertheil ein grosser Einschlusskörper, bestehend aus Hohlschale *S* von flüssigem Fett mit eingeschlossener Centralkugel *K*. $\frac{540}{1}$.
Fig. $59,_{4}$. Inhalt im lateralen Längsschnitt. 2 Sackpusulen, 2 Sammelpusulen mit Tochterpusulen. Fadenbündel *Fd*, Fetthohlschale mit Centralkugel. $\frac{540}{1}$.
Fig. $59,_{5}$. Zellinhalt schräg äquatorial. Fadenbündel in Verkürzung angedeutet. Fettschale im Durchschnitt, Centralkugel, Oberfläche. $\frac{540}{1}$.
Fig. $59,_{6}$. Die Zelle erkrankt, plasmolysirt sich freiwillig. Die Pusule *P'* wird faltig und die vorher gleichmässige Fettschicht der Schale *S* zerfällt in einzelne Tropfen. $\frac{540}{1}$.
Fig. $59,_{7}$. Durchschnitt der Fettschale mit Centralkugel *K* in diesem Zustande.
Fig. $59,_{8a\ b}$. Zellfragment mit Amoeboidalplasma aus der Geisselspalte hervorkriechend. $\frac{540}{1}$.
Fig. $59,_{9-10}$. Amoeboidalplasma bei zwei anderen Zellen. $\frac{540}{1}$.

60. **Blepharocysta** sp.

Fig. $60,_{1}$. Zellinhalt im optischen Durchschnitt. *K* = konzentrisch geschichteter Klumpen, Vakuolen, Pusulen mit Tochterpusulen und Nebenpusulen. $\frac{640}{1}$.
Fig. $60,_{2}$. Zellinhalt. Pusulen, Kern und konzentrisch geschichteter Klumpen. $\frac{640}{1}$.

61. **Blepharocysta splendor maris** Ehrbg.

Fig. $61,_{1}$. Zelle rechts ventral. Pusulen, Fadenbündel und Kern. $\frac{500}{1}$.
Fig. $61,_{2}$. Zelle links ventral mit zahlreichen Platysomen im Randplasma. Pusulen, Fadenbündel, *Cs* = gelber Klumpen (Chromatosphäre?). $\frac{640}{1}$.
Fig. $61,_{3}$. Lebende Zelle im optischen Sagittalschnitt. Vakuolen, Pusulen und Pusulenmembran. Das Amoeboidalplasma *A* von einer anderen Zelle gezeichnet. $\frac{640}{1}$. Fig. $61,_{3b}$. Lebende Zelle ventral. Pusulen, Kern. Pustel am Apex und an der Seite von einer anderen Zelle. $\frac{640}{1}$.
Fig. $61,_{4-7}$. Verschiedene Platysomen aus dem Randplasma.
Fig. $61,_{8\ 9}$. Dicke Fettkörper aus dem Randplasma. Fig. $61,_{8}$. In der lebenden Zelle. Fig. $61,_{9}$. Nach Osmiumfixirung der Zelle theilweise zu grösseren Platten zusammengeflossen.
Fig. $61,_{10-15}$. Chromatosphärensack verschiedener Füllung an lebenden Zellen.
Fig. $61,_{19}$. Zelle von der rechten Seite, Oberflächenansicht. *n* = Nähte, *p* = Poren des Panzers, *Pts* = zarte, fettfreie Platysomen des Randplasmas. Im Innern Pusulen und Kern. Sack an der Geisselspalte hängend, prall gefüllt mit Chromatosphären, die sich gegenseitig seitlich polygonal abflachen. $\frac{640}{1}$.
Fig. $61,_{11}$. Zelle von der rechten Seite. Pusulen, Kern, Klumpen *Kl*, Platysomen des Randplasmas *Pts*[1], dickere Körner mit Centralknoten *Pts*[2]. Blase an der Geisselspalte mit lockerer Chromatophorentraube. $\frac{640}{1}$.
Fig. $61,_{12}$. Zelle ventral. Inhalt. 2 Sackpusulen, Kern, 2 verschiedenartige Klumpen unbekannter Natur, im Randplasma Prismen flüssigen Fettes (cf. Fig. $61,_{8}$ in Flächenansicht), Blase mit dichten Chromatosphärenhaufen. $\frac{640}{1}$.
Fig. $61,_{13}$. Zelle von rechts. Inhalt. Fadenbündel *Fd*, Nadelbüschel *Rh* und einzelne Nadeln *Rh* im Randplasma. Im Innern ein gelber Körper *Cs* (Chromatosphäre?). Blase der Geisselspalte mit Doppelplatte von Chromatosphären gefüllt. $\frac{640}{1}$.

Fig. $61,_{14}$. Zelle ventral. Inhalt 2 Sackpusulen *P*, Klumpen *Kl*. Geisselspaltblase mit Doppelplatte von Chromatosphären im optischen Durchschnitt, die Blase nicht vollkommen fülleud; ein faltiger Lappen *Ch* ist leer. $\frac{640}{1}$.

Fig. $61,_{15}$. Zelle von links. Panzerstruktur. Längsgeissel am Ende blasig angeschwollen. Quergeissel als geschlängelter Faden hervorgeschleudert. Blase an der Geisselspalte faltig zusammengefallen mit nur wenigen Chromatosphären. $\frac{640}{1}$.

Fig. $61,_{16}$. Zelle rechts ventral. Inhalt. Fadenbündel, Pusulen, Kern und Rhabdosomen. An der Ventralwand einige gelbe Chromatophorenplättchen. Geisselspaltenbeutel faltig zusammengefallen, nur mit wenig Chromatosphären. $\frac{640}{1}$.

Fig. $61,_{16-19}$. Austreten von Plasma und Chromatophoren aus der Geisselspalte. Aufeinanderfolgende Stadien derselben Zelle.

Fig. $61,_{20-26}$. Kugeln des Chromatosphärensacks, stärker vergrössert, bedeckt mit Chromatophoren.

Fig. $61,_{20}$. Chromatosphäre, Oberfläche.

Fig. $61,_{21}$. Chromatosphäre, deren Oberfläche nicht vollkommen mit Chromatophoren bedeckt ist und darum farbloses Plasma frei lässt.

Fig. $61,_{22}$. Chromatosphären-Durchschnitt normal.

Fig. $61,_{23}$. Chromatosphären-Durchschnitt erkrankt, aufgeschwollen.

Fig. $61,_{24}$. Chromatosphäre ganz verquollen.

Fig. $61,_{25}$. Ein Bündel von Chromatosphären, durch Plasmamasse *Pl* verbunden.

Fig. $61,_{26}$. Abgestorbene Chromatosphäre mit zahlreichen Chromatophoren (grünlich).

Fig. $61,_{27}$. Stückchen des Panzers. Zwei Platten vereinigt in der Naht *n*. l = Grenzleiste, f = Grundfläche, p = Poren. Stark vergrössert.

Fig. $61,_{28}$. Trennung des Zusammenhangs zweier Panzerplatten. Sichtbarwerden des Falzrandes *Fz*. Stark vergrössert.

Tafel 21.

62. Heterocapsa triquetra Stein.

Fig. $62,_{1}$. Panzer in Ventralansicht. $\frac{1100}{1}$.

Fig. $62,_{2}$. In der Querfurche gesprengter Panzer mit Spore. *Py* = Pyrenoid, *Am* = Amylumherd.

Fig. $62,_{3}$. Panzer und Spore. Randplasma der Oberseite nicht gezeichnet. Pusule und Vakuolen, Amylumherd und kleine Chromatophorenplatten.

Fig. $62,_{4}$. Panzer quer und längs gesprengt mit Spore. Amylumherd. $\frac{850}{1}$.

Fig. $62,_{5}$. Lappiger, durchbrochener Chromatophor in der Spore (Fig. $62._{9}$). *C* = Chromatophor der Fläche, *C'* am Rande, *Am* = Amylumherd, *a* = Zipfel der weichen Sporenhülle. $\frac{850}{1}$.

Fig. $62,_{6}$. Zelle mit vielen kleinen Chromatophorenplatten (lebend). *Am* = Amylumherd. $\frac{850}{1}$.

63. Gymnodinium rhomboides n. sp.

Fig. $63,_{1}$. Lebende Zelle, Dorsalansicht. $\frac{640}{1}$.

Fig. $63,_{2}$. Dieselbe Zelle (etwas später) hat sich abgerundet, sodass aus der Doppelkegelform eine Doppeldomform geworden ist. Die Doppelkegelform ist als die normale zu betrachten. Die Domform ist krankhafte Aufschwellung, die dem Absterben vorhergeht. $\frac{640}{1}$.

64. Gymnodinium cucumis n. sp.

Fig. $64,_{1}$. Zelle nach Osmiumfixirung. Der geschrumpfte *N*-Kern füllt die Kernhöhle *Kh* nicht ganz aus. *Kl* = ein stark lichtbrechender Klumpen. *Ft* = durch Osmiumsäure geschwärztes Fett. $\frac{250}{1}$.

Fig. $64,_{2-4}$. Formveränderung durch Reagentien.

Fig. $64,_{2}$. Lebende Zelle in Ventralansicht, schmächtig, mit dichten Längsfalten *f* der Hautschicht. $\frac{250}{1}$.

Fig. $63,_{3}$. Dieselbe Zelle, nach Osmiumfixirung stark geschwollen. Längsfalten gedehnt, Dorsalansicht. $\frac{250}{1}$.

Fig. $64,_{4}$. Dieselbe Zelle, in Glycerin wieder zusammengezogen. $\frac{250}{1}$.

Fig. $64,_{5}$. Verlauf einiger Falten der Hautschicht, stärker vergrössert.

Fig. $64,_{6}$. Eine Falte noch stärker vergrössert. *d* = Schein-Naht, *c* = Schein-Grenzleisten, *b* = feine Längsstreifen, *a* = Grundfläche.

Fig. $64,_{7}$. Kern, nach Osmiumfixirung geschrumpft, die Kernhöhle *Kh* im Grundplasma *Go* nicht ausfüllend. *Km* = Kernhülle, *N* = Kernmasse mit Querschnitt der Kernfäden.

65. Gymnodinium spirale Bergh var. pinguis n. v.

Fig. $65,_1$. Lebende Zelle ventral. $\frac{640}{1}$.

Fig. $65,_2$. Dieselbe Zelle nach Fixirung mit 2 procentiger Osmiumsäure im optischen Längsschnitt. H = Hautschicht, Rh = Stäbchen der Randstäbchenzone. $\frac{640}{1}$.

Fig. $65,_3$. Zwei Falten der Hautschicht in Oberflächenansicht, stärker vergrössert. a = Grundfläche, L = Leisten, Rh = Randstäbchen in Kopfansicht.

66. Gymnodinium spirale Bergh var. acuta n. v.

Fig. $66,_1$. Lebende Zelle mit langgestreckter Fetttraube Ft am Vorderende. Randstäbchenzone Rh. Im Verlauf der Beobachtung traten zahlreiche Nebenpusulen über den Körper vertheilt auf, die nicht gezeichnet wurden. $\frac{640}{1}$.

67. Gymnodinium contortum n. sp.

Fig. $67,_1$. Lebende Zelle in Ventralansicht. $\frac{540}{1}$.

Fig. $67,_2$. Falten der Hautschicht im optischen Querschnitt, stärker vergrössert, verschwinden beim Fixiren der Zelle mit 1 procentiger Osmiumsäure durch Aufschwellen der Zelle.

Fig. $67,_3$. Zelle mit 1 procentiger Osmiumsäure fixirt, optischer Querschnitt. $\frac{540}{1}$.

68a. Gymnodinium spirale Bergh var. mitra n. v.

Fig. 68 a_1. Lebende Zelle in Dorsalansicht. $\frac{540}{1}$. Randstäbchenzone und Fett vorhanden, aber nicht gezeichnet.

Fig. 68 a_2. Dieselbe Zelle nach Behandlung mit 20 procentiger Salpeterlösung. Die Zelle ist zum unförmlichen Klumpen verquollen, Fett zusammengeflossen, am Rande treten Schwellblasen Bl auf. $\frac{540}{1}$.

68b. Gymnodinium opimum n. sp.

Fig. 68 b_1. Lebende Zelle von der linken Seite. $\frac{540}{1}$.

Fig. 68 b_2. Form derselben Zelle, nachdem sie einige Minuten unter Deckglas verweilt. Schwellung ohne Einwirkung von Reagentien. $\frac{540}{1}$.

69. Gymnodinium spirale Bergh var. pepo n. v.

Fig. $69,_1$. Zelle rechts ventral. $\frac{860}{1}$.

Fig. $69,_2$. Dorsalansicht. Vakuolen dichtgedrängt in der peripherischen Schicht, eine grosse Pusule P am Hinterende.

Fig. $69,_3$. Querfurche mit bandartig verbreiterter Geissel im optischen Querschnitt. Stark vergrössert.

Tafel 22.

70. Gymnodinium spirale Bergh var. obtusa n. v.

Fig. $70,_1$. Lebende Zelle, Ventralansicht. $\frac{540}{1}$.

Fig. $70,_2$. Dieselbe Zelle in Dorsalansicht. Falten.

Fig. $70,_3$. Dieselbe Zelle im optischen Längsschnitt. Randstäbchenzone und zahlreiche Nebenpusulen. $\frac{540}{1}$.

Fig. $70,_{4-5}$. Einfache Falten der Hautschicht. Stärker vergrössert.

Fig. $70,_4$. Oberflächenansicht.

Fig. $70,_5$. Optischer Querschnitt.

Fig. $70,_{6-7}$. Doppelfalten.

Fig. $70,_6$. Oberflächenansicht.

Fig. $70,_7$. Optischer Querschnitt. (Fig. $70,_5$ und $70,_7$ schemat.)

71. Gymnodinium cornutum n. sp.

Fig. $71,_1$. Zelle von rechts ventral. Vom Inhalt nur der Kern angedeutet. $\frac{540}{1}$.

Fig. $71,_2$. Dieselbe Zelle ventral. Vom Inhalt Kern und Vakuolen. $\frac{540}{1}$.

72. Gymnodinium strangulatum n. sp.

Fig. $72,_1$. Lebende Zelle. Vorderer Furchenschnittpunkt oben links. Furchen der Unterseite angedeutet. $\frac{220}{1}$.

Fig. $72,_2$. Dieselbe Zelle um die Längsaxe gedreht. Hinterer Furchenschnittpunkt oben. $\frac{220}{1}$.

Fig. $72,_3$. Stück der Furche mit Mittelleiste, lebend.

Fig. 72,$_4$. Ende der Zelle nach Fixirung mit Flemming'scher Lösung und Färbung mit Hämatoxylin. Die verzweigten Fäden, die an das Amoeboidalplasma von *Podolampas* erinnern, wurden erst nach der Färbung sichtbar. $\frac{300}{1}$.

Fig. 72,$_5$. Ein Stück der lebenden Zelle, stärker vergrössert. Inhalt so gezeichnet, als wenn durch Tangentialschnitte stufenweise immer tiefere Stücke von der Oberfläche an abgeschnitten würden. Links unten Fläche $HEE'J$ Oberflächenansicht mit Streifung der Hautschicht und Stücken der Längs- und Querfurche; $CDD'E'EC'$ nach Abheben der Hautschicht Blick aufs Körnerplasma; $BB'C'C$, nach Abtragen des Körnerplasmas, Blick auf die Region der Vakuolen, $AA'B'B$ tiefere Schicht. Vakuolen nur noch im Querschnitt sichtbar. Kern angeschnitten; $GHA'A$ Randplasma im optischen Durchschnitt.

73. Farblose Zwillingscyste. Cyste A.

Fig. 73,$_1$. Cyste mit dicker Gallerthülle. Optischer Durchschnitt. $\frac{400}{1}$.

Fig. 73,$_2$. Ein Theil der beiden eingeschlossenen Zellen, lebend, davon die eine in Oberflächenansicht mit reichlichen farblosen Platysomen, die zweite im optischen Durchschnitt. Vakuolen, Kern, Pusule. $\frac{860}{1}$.

Fig. 73,$_3$. Die Gallerthülle nach Osmiumfixirung und schwacher Färbung mit Methylenblau, stärker vergrössert. a = die 3 äussersten konzentrischen Schichten, am = homogene Schicht, m = faltig häutige Schicht, mi = radialstreifige Schicht, i = innerstes Häutchen, H = Hautschicht des Plasmas.

Tafel 23.

74. Gymnodinium teredo Pouchet.

Fig. 74,$_1$. Lebende Zelle sogleich nach dem Uebertragen auf den Objektträger. Die Chromatophoren bilden zusammenhängende Streifen auf der Dorsalseite. Am Vorderende ein halber Stern radial von einem Centralkörper ausstrahlender Stäbchen *Rh*. Randplasma mit Stäbchenzone *Rhr*. $\frac{640}{1}$.

Fig. 74,$_2$. Dieselbe Zelle kurz nachher. Die zusammenhängenden Chromatophorenstreifen haben sich in Reihen kleiner Plättchen aufgelöst. $\frac{640}{1}$.

Fig. 74,$_3$. Lebende Zelle von der linken Seite. Chromatophoren auf der Dorsalseite in parallelen Reihen kleiner Plättchen *Cp*. Am Vorderende ein halber Stern von schmalen, gestreckten Chromatophorenplatten, von einem Centrum *c* ausstrahlend. Links ventral eine Längsreihe kleiner, gestreckter Pusulen. Kern in der Längsaxe langgestreckt. *Ft* = Tropfen durch Osmiumsäure schwärzbaren Fettes. Im Vorderkörper eine längliche, grosse Blase (Plastide) *Pd* mit stark lichtbrechendem Inhalt (β-Oel). Plastide durch Karmin färbbar. $\frac{640}{1}$.

Fig. 74,$_4$. Zelle von der rechten Seite. $\frac{640}{1}$.

Fig. 74,$_5$. Lebende Zelle, normale Dorsalansicht. Chromatophoren als schmale, lange, stabähnliche Plättchen, dicht aneinandergereihte dorsale Parallelstreifen bildend, am Vorderende Chromatophorenstern *Cr* mit Centrum *c*. $\frac{640}{1}$.

Fig. 74,$_{5-9}$. Explosionsartiges Absterben.

Fig. 74,$_6$. Zelle von der linken Seite einige Minuten nach Uebertragen der Zelle auf den Objektträger. Die ventrale Anschwellung nicht typisch für den Explosionsprocess. $\frac{640}{1}$.

Fig. 74,$_7$. Zelle dorsal, Beginn der Explosion. Absprengen des kurzen Endes von der Querfurche an. Chromatophoren des gesprengten Endes abgerundet, inhomogen grünlich (Farbenumschlag ist in der Abbildung nicht wiedergegeben), Chromatophoren des lebenden Theiles noch gestreckt. $\frac{640}{1}$.

Fig. 74,$_8$. Dieselbe Zelle. Fortschreiten der Explosion nach dem Vorderende. $\frac{640}{1}$.

Fig. 74,$_9$. Vollendung der Auflösung. $\frac{640}{1}$.

Fig. 74,$_{10}$. Ein Chromatophor von Fig. 74,$_9$ stärker vergrössert. Inhomogen grünlich (in der Figur gelb gehalten).

75. Gymnodinium geminatum n. sp.

Fig. 75,$_1$. Lebende Zellen. C^1 = Chromatophoren, von denen die eine mit gesunden, stabähnlich gestreckten Plättchen gezeichnet, die parallel gelagert sind. C^2 = Chromatophoren der anderen Zelle, nach der die erkrankenden Zellen als abgerundete Plättchen gezeichnet sind. $\frac{860}{1}$.

Fig. 75,$_2$. Lebende Zellen in der Gallerthülle. Hülle farblos, wasserklar; die Schichtung der Hülle nach Safraninfärbung, die dunklen Stellen sind stärker färbbar. C = Chromatophoren, im Randplasma gekrümmte Stabplättchen. Die gelbe Grundfarbe rührt von den im Innern und auf der Unterseite lagernden, nicht gezeichneten Chromatophoren her. $\frac{860}{1}$.

Fig. 75,$_3$. Furchenverlauf eines Zellpaares. $\frac{400}{1}$.

76. Gymnodinium pirum n. sp.

Fig. $76,_1$. Lebende Zelle. f = Längsstreifen der membranartigen Hautschicht. (Gallerthülle, Randplasma mit Chromatophoren nicht gezeichnet.) Kern N und zwei verschiedenartige Inhaltskörper K^1 und K^2. Furchenverlauf der Unterseite punktirt. $\frac{530}{1}$.

Fig. $76,_2$. Lebende Zelle in dicker Gallerthaut. Vom Inhalt nur das Randplasma gezeichnet. Platysomen dicht gedrängt mit Randkontour, Chromatophoren ohne Randkontour gezeichnet. Geisseln innerhalb der Gallerthülle in Bewegung. $\frac{540}{1}$.

Fig. $76,_3$. Ein Stück vom Rande der Zelle nach Fixirung mit Pikrinschwefelsäure im optischen Durchschnitt. Das Plasma Pl ist geschrumpft und hat sich von der Hautschicht-Membran H zurückgezogen. a = Aussenschicht der Gallerthülle, b = neugebildete Aussenschicht des Plasmakörpers.

Fig. $76,_4$. Die ganze Zelle, von der Fig. $76,_4$ ein Stück im optischen Durchschnitt. a = Aussenschicht der Gallerthülle, H = Hautschicht, davon abgelöst der Plasmakörper Pl.

Tafel 24.

77. Gymnodinium helix Pouchet.

Fig. $77,_1$. Form der Zelle, ohne Hülle. Längsfurchenanfang oben. $\frac{540}{1}$.

Fig. $77,_2$. Form der Zelle, ohne Hülle. Längsfurchenanfang links. Kern S-förmig mit parallelem Fadenverlauf. $\frac{540}{1}$.

Fig. $77,_3$. Zelle, Oeltropfen O. Längsfurchenanfang rechts. Kern und Randplasma. Chromatophoren und Fettplattenkörper Ft. $\frac{640}{1}$.

Fig. $77,_{4-6}$. Lebende Zellen in Gallerthülle. Zellinhalt nicht gezeichnet. Längsfurchenanfang rechts oben hinten.

Fig. $77,_4$. Zelle in dicker Hülle. $\frac{350}{1}$.

Fig. $77,_5$. Zelle in kleiner Hülle. Längsfurchenanfang oben. Chromatophoren. Kern. $\frac{400}{1}$.

Fig. $77,_6$. Zelle in der Hülle. Randplasma, Kern, Oeltropfen. $\frac{860}{1}$.

Fig. $77,_{7-8}$. Fettkörper (Prismen) im Randplasma. Oberfläche.

Fig. $77,_7$. Oberflächenansicht. Die hellen Prismen werden durch Osmiumsäure gebräunt.

Fig. $77,_8$. Optischer Querschnitt des Randplasmas nach Lösen der Fettprismen in Aether.

78. Gymnodinium diploconus n. sp.

Fig. $78,_1$. Lebende Zelle, ventral. Struktur der Hautschicht. $\frac{640}{1}$.

Fig. $78,_2$. Lebende Zelle, dorsal, Randplasma. Oeltropfen O mit Plastiden Pd. $\frac{640}{1}$.

Fig. $78,_3$. Zelle von hinten, dorsal. Chromatophoren. Kern angedeutet.

Fig. $78,_4$. Zelle links von hinten. Chromatophoren.

79. Gymnodinium fusus n. sp.

Fig. $79,_1$. Farbenbild der Zelle in Hülle von der Ventralseite.

Fig. $79,_2$. Zelle in der Hülle. Oberes Ende in Oberflächenansicht, unterer Theil im optischen Schnitt. Chromatophoren an der Peripherie zerstreut, im Innern radialstrahlig. $\frac{540}{1}$.

Fig. $79,_3$. Optischer Querschnitt der Zelle in der Hülle nach Behandlung mit Chlorzinkjod. Die Hülle ist nicht gefärbt, der gequollene Plasmakörper füllt die Hülle vollkommen, diese wird dadurch charakterisirt als eine dünne, mit Wasser gefüllte, nicht aus Cellulose bestehende Blase. Die Vakuolenzone ist erhalten. $\frac{540}{1}$.

80. Gymnodinium lunula n. sp.

Fig. $80,_1$. Zelle im optischen Längsschnitt. Der Plasmakörper füllt noch fast vollständig die weiche Cellulosehülle a, von der er durch die schmale Wasserschicht z getrennt ist. Der dünne Plasmaschlauch h umschliesst einen grossen Saftraum. In der Mitte dichte Plasmaanhäufung cp mit Kern, Oeltropfen, Chromatophoren C, durch verzweigte Leitstränge Lt mit dem Plasmawandschlauch in Verbindung. Den Leitsträngen sind Oeltropfen und Chromatophoren eingelagert. $\frac{640}{1}$.

Fig. 80,$_2$. Zelle, deren Plasmakörper an den Hornenden von der Cellulosehülle m zurückgezogen ist. z = Flüssigkeitsraum zwischen Membran m und Plasmaschlauch g. Der Plasmaschlauch g umschliesst einen grossen Saftraum (grau gezeichnet). An der Mitte der konkaven Seite der Zelle liegt der Kern in einer Hülle von Körnerplasma. Die Hülle cp ist durch Plasmastränge, die durch den Saftraum ausgespannt sind, mit anderen Punkten des Plasmaschlauchs verbunden. C = Chromatophoren in den Leitsträngen und an der Oberfläche des Plasmakörpers. Cellulosehülle in Oberflächenansicht, Plasma im optischen Durchschnitt. $\frac{540}{1}$.

Fig. 80,$_5$. Zelle, deren Plasmakörper aus den Hörnern der Membran zurückgewichen und zu einem centralen Ball $gggg$ vereinigt ist. Am Rande des Plasmaschlauchs innerhalb der Cellulosehülle einige Plasmablasen (Pusteln Pst). Oberflächenansicht.

Fig. 80,$_{12}$. Cellulosehülle mit Chlorzinkjod behandelt. Beginn der Einwirkung zeigt sich in unregelmässigen violettblauen Flecken (grau gezeichnet).

Fig. 80,$_{13}$. Membranquerschnitt. Doppelbrechung. Lage der optischen Elasticitätsaxen. Stark vergrössert.

Fig. 80,$_{14}$. Farbloses Platysom, stark vergrössert.

Tafel 25.

80. Gymnodinium lunula n. sp.

Fig. 80,$_3$. Zelle im optischen Längsschnitt. Das Plasma hat sich an den Hornenden von der Membran zurückgezogen, den Raum a frei lassend. Der Plasmaschlauch H umschliesst zwei grosse Safträume, die durch einen centralen Plasmabalken, dem der Kern eingelagert ist, getrennt werden. Der Plasmabalken enthält reichlich Chromatophoren und Oeltropfen. Die der Zelloberfläche angeschmiegten Chromatophoren sind langgestreckte, lappige Platten, netzartig aneinandergefügt. Im Wandplasma zarte Leitstränge Lt mit Oeltropfenreihen. $\frac{860}{1}$.

Fig. 80,$_4$. Zelle im optischen Längsschnitt. Zurückziehung des Plasmakörpers aus den Hörnern der Membran, weiter fortgeschritten als in Fig. 80,$_3$. In der Mitte jedes Horns hat eine Einstülpung den Plasmaschlauch dem centralen Plasmabalken genähert, vier schmale Plasmahörnchen $hhhh$ an der Cellulosewand zurücklassend. Eine ringförmige, äquatoriale Einschnürung zeigt die spätere Querfurche der beweglichen Gymnodinien an. $\frac{860}{1}$.

Fig. 80,$_6$. Formung der *Gymnodinium*-Zelle aus dem Inhalt der halbmondförmigen Cyste innerhalb der Cellolusemembran. Rudimente von vier Plasmahörnchen $hhhh$ sind noch vorhanden (cf. Fig. 80,$_4$). Die Geissel ist neu entstanden. $\frac{170}{1}$.

Fig. 80,$_7$. Das *Gymnodinium* aus der Cyste Fig. 80,$_6$ stärker vergrössert. Chromatophoren der Oberfläche theils flach anliegend (hellgelb), theils senkrecht dazu (braun). $\frac{860}{1}$.

Fig. 80,$_8$. Das *Gymnodinium* in der Cystenhülle ist fertig. Die Plasmahörnchen sind eingezogen. Die Hülle beginnt zu degeneriren, der Turgor ist verloren, ein Horn wird faltig. $\frac{860}{1}$.

Fig. 80.$_9$. Das *Gymnodinium* hat sich innerhalb der Hülle getheilt.

Fig. 80,$_{10}$. Form einer stark gebogenen Zelle von der flachen Seite, ohne Inhalt gezeichnet. $\frac{350}{1}$.

Fig. 80,$_{11}$. Dieselbe Zelle von der schmalen Seite, die schraubige Drehung der Spindel zeigend. $\frac{350}{1}$. Vom Plasmakörper ist nur der Zellkern und die Färbung ohne Berücksichtigung der einzelnen Chromatophoren gezeichnet. $\frac{400}{1}$.

81. Gymnodinium fusus n. sp.

Fig. 81,$_{1-2}$. Veränderung der äusseren Form.

Fig. 81,$_1$. Sehr chromatophorenreiche braune Zelle mit halsartigen Einschnürungen an beiden Enden in Cystenhaut. Ventralansicht. $\frac{570}{1}$.

Fig. 81,$_2$. Dieselbe Zelle (ventrale Oberflächenansicht), ohne Berücksichtigung des Inhalts, nach einiger Zeit ist die halsartige Einschnürung verloren und die Doppelspindelform entstanden. $\frac{320}{1}$.

Fig. 81,$_3$. Form. Dieselbe Zelle. Zelle von links ohne Inhalt gezeichnet vor der Veränderung. $\frac{320}{1}$.

82. Gymnodinium sp.

Fig. 82,$_1$. Lebende Zelle mit Amylumherd p und braunem Klumpen a (Chromatosphäre?).

83. Gymnodinium ovum n. sp.

Fig. 83,$_1$. Zelle ventral mit grossen, braunen Klumpen K (Chromatosphären?). $\frac{1100}{1}$.

84. Gymnodinium parvulum n. sp.

Fig. $84,_1$. Zelle links dorsal mit zwei braunen Klumpen (Chromatophorenballen?). $\frac{1100}{1}$.

85. Gymnodinium vestifici n. sp.

Fig. $85,_1$. Form der Zelle in Ventralansicht. $\frac{860}{1}$.

Fig. $85,_2$. Zelle von rechts. s = stark lichtbrechende Stäbchen. Aus der Ventralseite des Zellkörpers 2a wurde ein mit Chromatophoren gefüllter Ballen (Fig. $85,_{2b}$) ausgestossen. $\frac{860}{1}$.

86. Gymnodinium gleba n. sp.

Fig. $86,_1$. Zelle rechts ventral, mit grossen, braunen Inhaltsklumpen (Chromatophorenklumpen?). An der Oberfläche zeigen sich zahlreiche kleine Plasmabläschen *Pst* (Pusteln). $\frac{430}{1}$.

87. Glenodinium trochoideum Stein.

Fig. $87,_1$. Zelle mit Chromatophoren und Kern. Inhalt, Oberfläche, Membran, optischer Durchschnitt.

91. Sporen.

Fig. $91,_2$. Spore aus einem Sporenhaufen (Tafel 26, Fig. $91,_1$) in Oberflächenansicht, gelbe Grundfarbe von unterliegenden Sporen herrührend. $\frac{860}{1}$.

Fig. $91,_3$. Einzelspore aus demselben Haufen im optischen Durchschnitt. $\frac{860}{1}$.

Tafel 26.

88. Gymnodinium viride n. sp.

Fig. $88,_1$. Lebende Zelle mit breiten, kurzen, grünen Chromophyllplatten, ventral. $\frac{600}{1}$.

Fig. $88,_2$. Dieselbe Zelle dorsal. $\frac{600}{1}$.

Fig. $88,_3$. Dieselbe Zelle, linke Seite.

Fig. $88,_4$. Lebende Zelle mit langen Chromophyllplatten, dorsal. $\frac{600}{1}$.

Fig. $88,_5$. Lebende Zelle dorsal mit schriftartig gebogenen, schmalen Chromophyllplättchen. $\frac{600}{1}$.

Fig. $88,_6$. Lebende Zelle links ventral in Cystenhaut, chromatophorenreich. Die grüne Grundfarbe von den unteren Chromatophoren herrührend. $\frac{540}{1}$.

Fig. $88,_7$. Ein Chromatophor, stärker vergrössert.

89. Gymnodinium rete n. sp.

Fig. $89,_1$. Lebende Zelle ventral. Geissel aus der Furche herausgeschleudert, bandartig verbreitert. $\frac{540}{1}$.

Fig. $89,_2$. Ein Stück im optischen Schnitt, stärker vergrössert. Plasmastränge besonders deutlich. H = Hautschicht, K = Körnerplasma, Lt = Leitstränge.

90. Spore (Sprengspore).

Fig. $90,_1$. Habitusbild der Zelle (gelb) in der dichten, farblosen Gallerthülle, der die Panzerplatten scherbenartig anhaften. Die gepanzerte Zelle hat durch Ausscheidung einer Gallertschicht den Panzer gesprengt, die Sprengung geht aber weiter als gewöhnlich bei den Schwärmsporen, die aus dem ersten entstehenden Spalt herausschlüpfen und dann den Panzer als zusammenhängendes Ganzes zurücklassen, auch ist sie gleichmässiger, indem alle Platten in ihren Nähten von einander gelöst werden und wie Scherben auf der Oberfläche der an Dicke zunehmenden Gallertschicht klebend, von dem Zellkörper abgehoben werden. $\frac{250}{1}$.

Fig. $90,_2$. Der gelbe Plasmakörper der Ruhespore in Oberflächenansicht. Chromatophoren z. Th. von der Fläche (gelb) C, z. Th. von der schmalen Kante gesehen (braun) C'. $\frac{800}{1}$.

Fig. $90,_3$. Dieselbe Zelle im optischen Durchschnitt. Das vakuolige Plasma sternartig angeordnet. Chromatophoren theils der Oberfläche anliegend, theils den innern Plasmalamellen eingebettet. $\frac{800}{1}$.

91. Sporenhaufen.

Fig. $91,_1$. Sporenhaufen aus einer gepanzerten Zelle durch Gallertausscheidung, Sprengung des Panzers in seine einzelnen Platten und mehrfach wiederholte Zweitheilung der Zelle entstanden. Ga = Gallerthülle, m = die daran klebenden Panzerplatten im optischen Schnitt. Die meisten Sporen nach viermaliger Theilung, bei einigen ist die fünfte schon eingeleitet. Chromatophorenfarbe s. Tafel 25, Fig. $91,_{2-3}$. $\frac{430}{1}$.

92. Pouchetia rosea n. sp.

Fig. 92,₁. Farbenbild einer hellen Zelle in Cystenhaut. $\frac{250}{1}$.

Fig. 92,₂. Dieselbe Zelle. Das Grundplasma ist farblos. An der Peripherie rother Farbstoff in Gestalt rother Tröpfchen *Er* oder Plättchen, reichlicher als in der Figur wiedergegeben, dazwischen farblose Plättchen (Platysomen *Pts*). Kern nierenförmig. *Mm* = längliche Melanosom-Blase mit schwarzem Pigment, darunter liegend und davon halb verdeckt, eine Reihe dicht aneinander gedrängter, stark lichtbrechender, farbloser Körper = Linse *Ls*. Melanosom und Linse bilden zusammen den Stigmenapparat. Vom Hauptzellkörper abgeschnürt eine kleine Portion des Plasmas mit Leucoplatysomen *Pts*, rothen Tröpfchen *Er*, umhüllt vom eigenen Abschnitt der Cystenhaut *a*. $\frac{560}{1}$.

Fig. 92,₃. Farbenbild einer sehr pigmentreichen Zelle in Gallerthülle. Die Geisseln schwingen innerhalb der Gallerthülle. Im Zellinnern ein brauner, missfarbener Klumpen, nierenförmiger Zellkern *N*. Am hinteren Furchenschnittpunkt der Stigmenapparat. Das Melanosom *M* ist amoeboidal in dem peripherischen Plasma ausgekrochen. Damit in Verbindung die Linse = eine Reihe aneinandergedrückter Kugeln. $\frac{400}{1}$.

Fig. 92,₄. Linse. $\frac{430}{1}$.

Fig. 92,₅₋₇. Inhaltskörper des Randplasmas.

Fig. 92,₅. Leucoplatysomen.

Fig. 92,₆. Erythrosomen, zu kleinen Reihen angeordnet.

Fig. 92,₇. Erythrosomen, beim Absterben zu Plättchen zusammenfliessend.

Fig. 92,₈. Erythrosomenplättchen mit Verbindungsfäden.

Fig. 92,₉. Melanosom in der Randplasmazone, reichlich verzweigt. Zellumriss matt angedeutet. $\frac{600}{1}$.

Fig. 92,₁₀. Zellform von links. Melanosom *Mm* auskriechend. Linse aus vier dicht aneinander gedrängten Körnern bestehend.

Fig. 92,₁₁. Zelle von links hinten gesehen. Melanosom auskriechend. $\frac{430}{1}$. Irrthümlich als Fig. 93,₄ bezeichnet.

Fig. 92,₁₂. Zellform von rechts vorn.

93. Gymnodinium constrictum n. sp.

Fig. 93,₁. Habitusbild der rosa gefärbten Zelle. $\frac{200}{1}$.

94. Pouchetia fusus n. sp.

Fig. 94,₁. Lebende Zelle, dorsal. Das Melanosom *Mm* ist eine rundliche Blase, die durch die beiden Kugellinsen *Ls* von 2 Seiten abgeplattet wird. Daneben noch ein schwarzes Körnchen.

Fig. 94,₂. Dieselbe Zelle ventral. Linse und Melanosom an der Unterseite nur im Umriss angedeutet.

95. Pouchetia cochlea n. sp.

Fig. 95,₁. Lebende Zelle in Oberflächenansicht. Sehr grosser Kern. Stigmenapparat: Melanosom *Mm* als runde Blase verbunden mit einfacher Kugellinse *Ls*. $\frac{400}{1}$.

96. Pouchetia cornuta n. sp.

Fig. 96,₁. Lebende Zelle dorsal.

Fig. 96,₂. Dieselbe Zelle ventral. $\frac{430}{1}$.

Fig. 96,₃. Stigmenapparat: Das Melanosom *Mm* ist eine abgerundete Blase. *Ls* = Linse zeigt konzentrische Schichtung. *b* = geschichtete Plasmahaut über der Linse. $\frac{860}{1}$.

Tafel 27.

97. Pouchetia contorta n. sp.

Fig. 97,₁. Lebende Zelle, frisch. *Mm* = Melanosom keulenförmig. *Ls* = Linse = stark lichtbrechende Kugel mit dem Melanosom verbunden. *Mm'* = kleine, stigmenartige, im Randplasma vertheilte schwarze Körper. δ = Tropfen flüssigen rothen Fettes (δ-Oel). *K* = gelblich gefärbter Körper mit Fettglanz ohne Fettreaktion. $\frac{540}{1}$.

Fig. $97,_{2}$. Dieselbe Zelle später. Melanosom z. Th. ausgekrochen. Die Theile haben sich vom Hauptkörper getrennt. *Ls* = ein Haufen nicht fest vereinigter, farbloser, stark lichtbrechender Kugeln mit Wandschicht (γ-Oel mit Plastide). $\frac{540}{1}$.

Fig. $97,_{3}$. Randstück des Plasmakörpers im optischen Durchschnitt. *Rh* = Randzone kurzer Stäbchen. δ = rothes Oel in Plastide *Pd*. $\frac{860}{1}$.

Fig. $97,_{4}$. *Rh* = die Stäbchen der Randzone im optischen Querschnitt. $\frac{860}{1}$.

Fig. $97,_{5}$. δ-Oel in runden und gestreckten Tropfen einem Plasmastrang eingebettet. *Pd* = Plastide (Fettbildner).

Fig. $97,_{6}$. Stück der durch Osmiumwirkung gequollenen Zelle im optischen Querschnitt. Statt der stark lichtbrechenden Stäbchen finden sich im Randplasma eine Zone von Quellräumen *V*. δ = die rothen Oelkugeln sind deformirt und z. Th. in die Plasmaschicht zwischen die vakuolenähnlichen Quellungsräume des Randplasmas hineingepresst. Ein Oeltropfen im optischen Durchschnitt (schwarz). *a* = Stäbchen oder Tröpfchen, durch Osmiumsäure nicht färbbar (β-Oel?).

Fig. $97,_{7}$. Oberflächenansicht auf das Plasmanetz von Fig. $97,_{6}$ nach der mit Quellung verbundenen Fixirung durch Osmiumsäure.

98—99. Pouchetia Juno n. sp.

Fig. $98,_{1}$. Lebende Zelle, von links gesehen. $\frac{300}{1}$.

Fig. $99,_{1}$. Zelle von rechts. *Mm* = Melanosom = abgerundete Blase. *Ls* = konzentrisch geschichtete Linse, nach aussen umhüllt von geschichteter Plasmahaut, und stabförmige kleine Melanosomen.

Fig. $98,_{2}$. Melanosom und Linse der unter Deckglas erkrankenden Zelle. Ersteres beginnt zu quellen (*Lsr* = äusserer Theil stärker verquollen als der innere *Lsi*), das Melanosom bildet Ausstülpungen (Beginn des Auskriechens). $\frac{860}{1}$.

Fig. $99,_{2}$. Die Zelle erkrankt unter Deckglas und plasmolysirt sich von der alten, streifigen Hautschicht-Membran *a* und bildet eine neue Hautschicht *H*, innerhalb deren noch eine homogene Hautschicht *H* erkennbar ist, diese umschliesst das Körnerplasma *Kp*. *Pl* = Plasma zwischen den Vakuolen *V* mit Radialstreifung. Linse verquillt, von aussen nach innen fortschreitend. *Lsr* = verquollene Randschichten, *Lsc* = innerer, noch fester Kern.

100. Gymnaster pentasterias (Ehrbg.) Schütt.

Fig. $100,_{1}$. Form der lebenden Zelle dorsal. *Sk* = Lage des intramembranösen Skeletts, nur durch Schatten angedeutet, in der lebenden Zelle undeutlich. *Fd* = Fadenbündel. $\frac{640}{1}$.

Fig. $100,_{2a-b}$. Durch Zusatz von Meerwasser gesprengte Zelle. Der innerste Theil, Fig. $100,_{2a}$, ist dabei ausgetreten und hat sich mit neuer Hautschicht umkleidet. Das intracelluläre Skelett ist in der Zelle geblieben. Sk^1 = zwei grosse, seitliche Sterne (nur die Lage ist angedeutet), Sk^2 = die beiden kleinen Sterne von der Fläche. $\frac{640}{1}$.

Fig. $100,_{3}$. Die beiden grossen Skelettsterne. *g* = Grundmembran der Centralplatte, *i* = Centralknoten, *l* = radiale Längsleisten, *r* = Ringleiste, *k* = Knoten der Ringleiste an den Schnittpunkten von *r* und Längsleiste. $\frac{640}{1}$.

Fig. $100,_{4}$. Die vier Skelettsterne. Struktur der Oberfläche. $\frac{640}{1}$.

101. Monaster rete n. g. n. sp.

Fig. $101,_{1}$. Lebende Zelle. *As* = vorderer Theil des intracellulären Skeletts, sternförmig, *r* = hinterer Theil, netzkorbartig. Quergeissel am Ende mit Schwellbläschen. $\frac{560}{1}$.

102. Amphitholus elegans n. g. n. sp.

Fig. $102,_{1}$. Färbung der lebenden Zelle. $\frac{400}{1}$.

Fig. $102,_{2}$. Skelett. *a* = Grundmembran, *c* = Lücken, *b* = Areolärleisten. $\frac{560}{1}$.

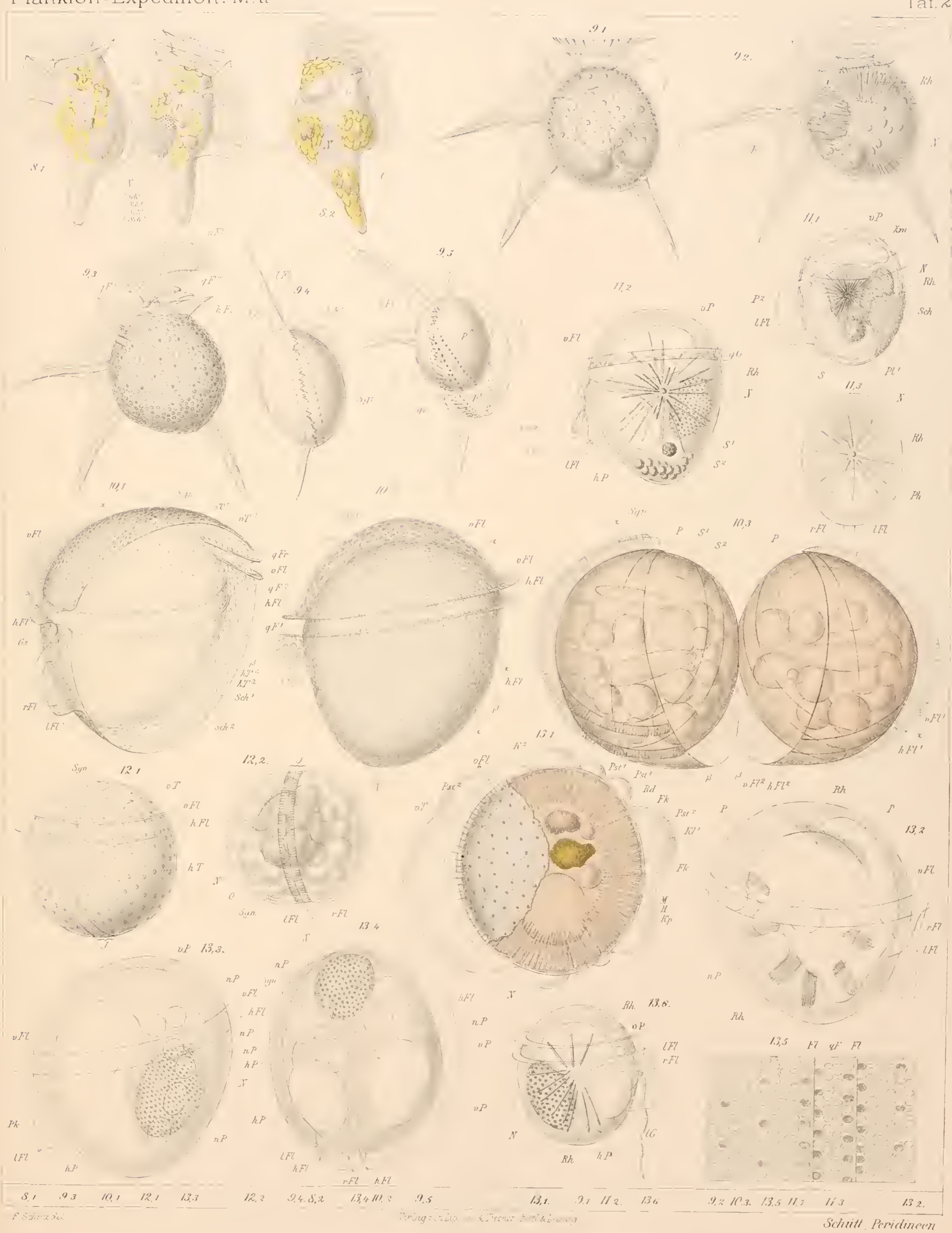
Fig. $102,_{3}$. Ueberquellen des Plasmas *a* über den Netzpanzer *m* bei Einwirkung von Kalilauge. $\frac{400}{1}$.



F. Schütt del. Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel & Leipzig. Schütt, Peridineen.

Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin.







14,1 14,6 16,1 16,4 b 16,4 a 14,7 14,5 14,2 14,8 17,1 16,3 14,3 15,1 17,2 14,4 15,2 15,3 17,3 16,2 17,4



18,1 19,1 20,1 20,3 18,2 19,2 20,1b 20,4 18,3 19,3 21,9 19,4 20,2 18,4

Schütt, Peridineen.



21,7 21,1 21,8 24,1 21,2 23 22 21,3 24,2 21,4 21,6 21,5

Verlag v. Lipsius & Tischer, Kiel & Leipzig

Schütt, Peridineen

Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin.





Verlag von Lipsius & Tischer Kiel u. Leipzig

Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin.





Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin

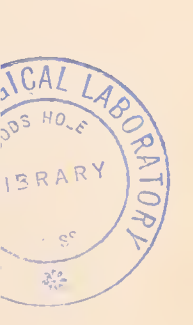


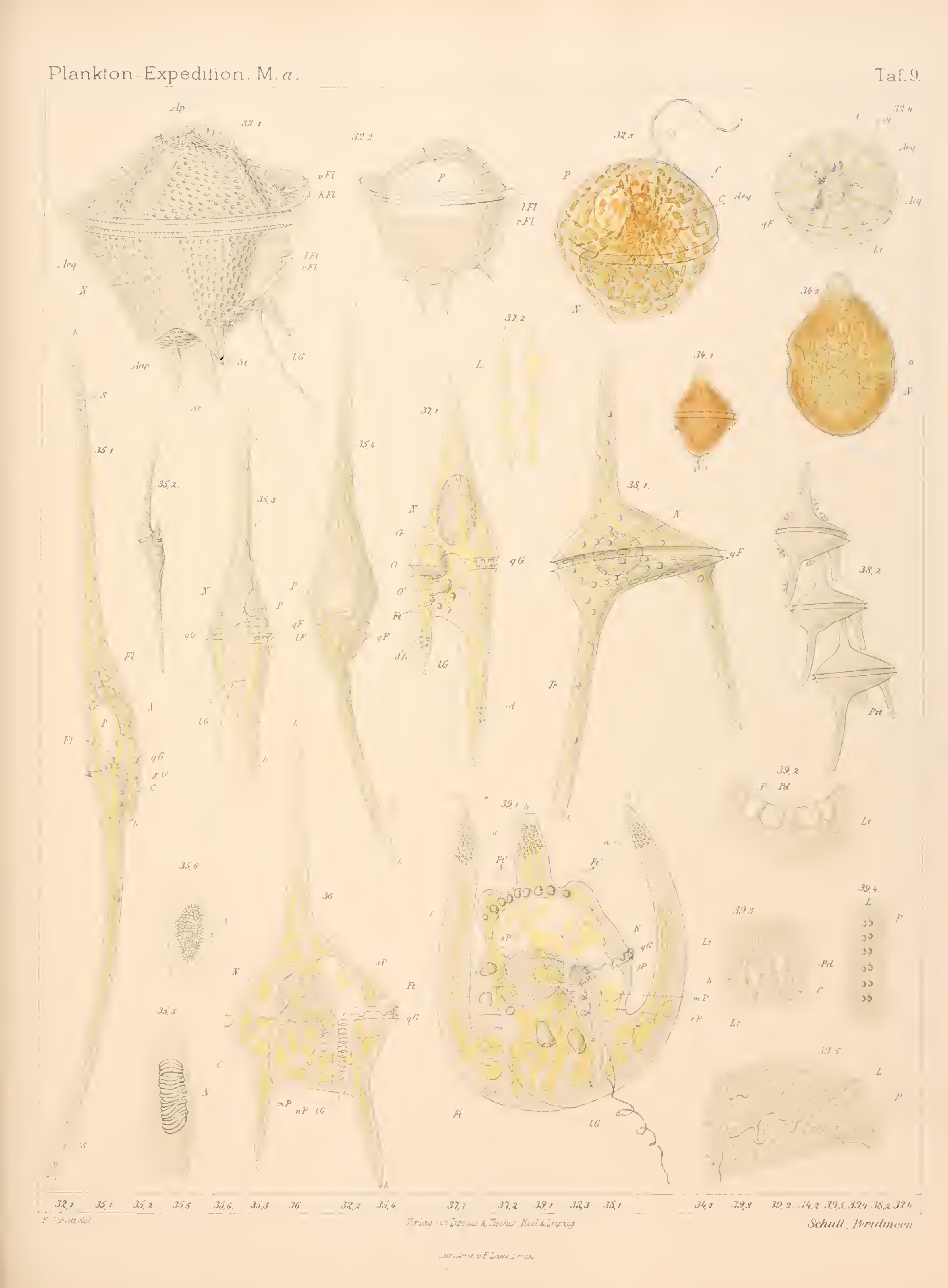


30,1 · 33b,1 · 30,2 · 33a,3 · 33a,2 · 30,6 · 30,3 · 33b,3 · 33b,2 · 33a,1 · 30,9 · 30,10 · 33,7 · 33,4 · 30,4 · 33,8 · 33,9 · 30,7 · 33,5 · 30,5 · 33,10 · 30,8 · 33,6

Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel & Leipzig

Schütt, Peridineen





F. Schütt del.

Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel & Leipzig

Schütt, Peridineen

Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin





F. Schütt del. Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel & Leipzig Schütt, Peridineen.

Lith. Anst. v. E. Lowe Berlin.




40,28.
41,4.
41,2
41,3
40,31
40,11
40,29
41,1
40,32
40,33
40,30.
40,34
40,35.
40,36
41,5



42,1 43,1 43,4 43,5 42,2 43,2 43,9 43,8 42,3 42,6 43,3 43,12 43,7 42,4 42,5 43,6 43,10 43,11

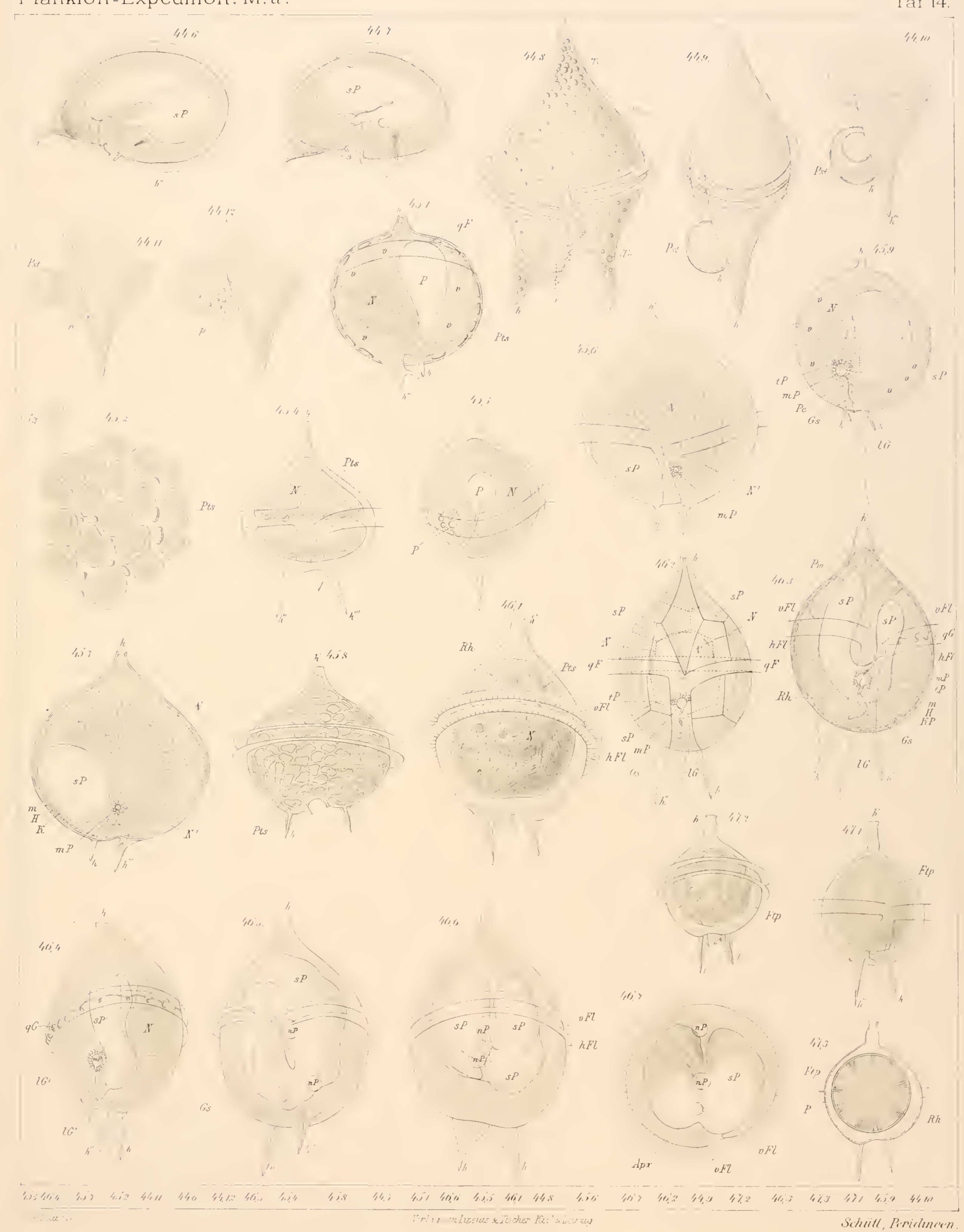
F. Schütt del.

Schütt, Peridineen.





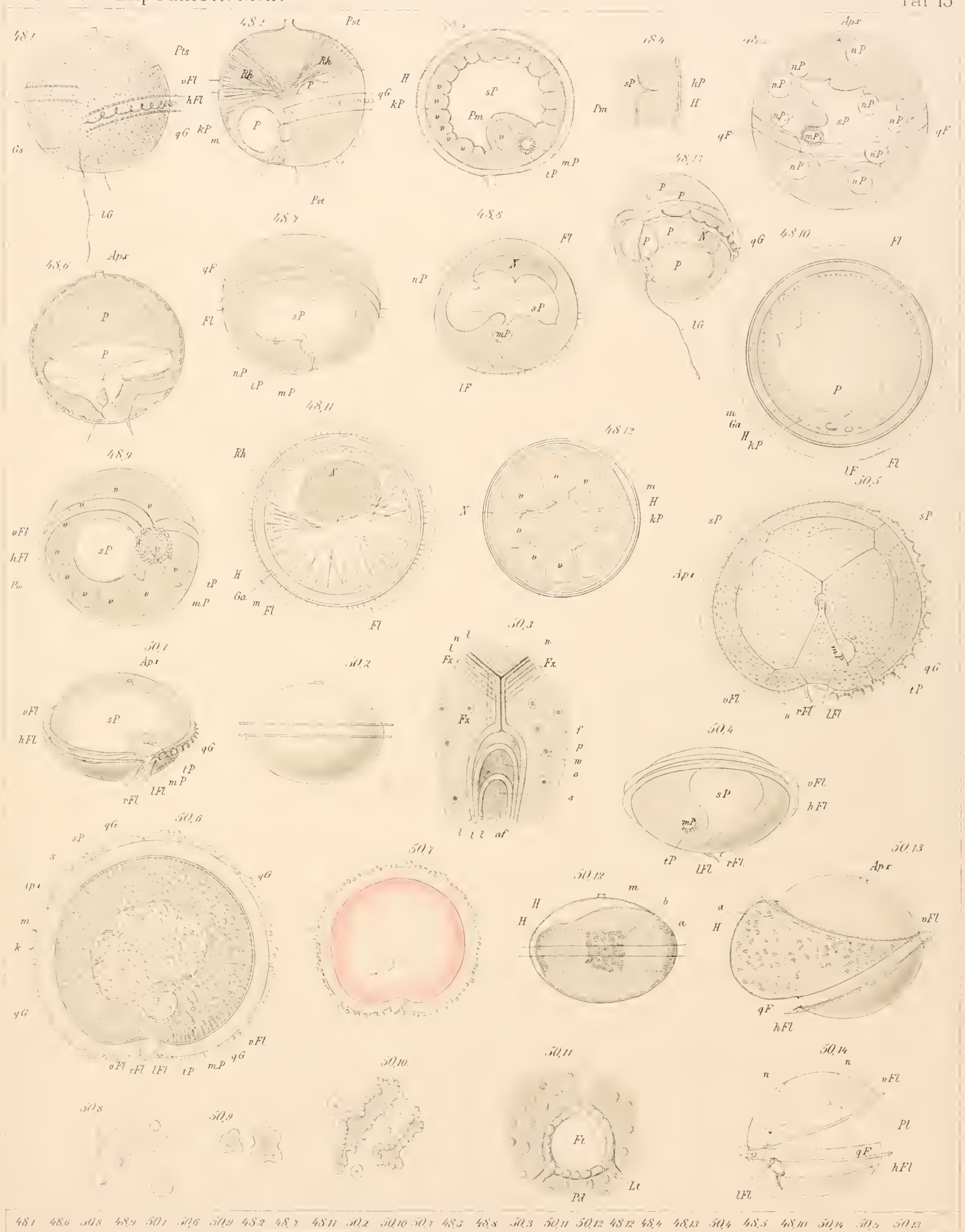




Schütt, Peridineen.

Verlag von Lipsius & Tischer Kiel u. Leipzig





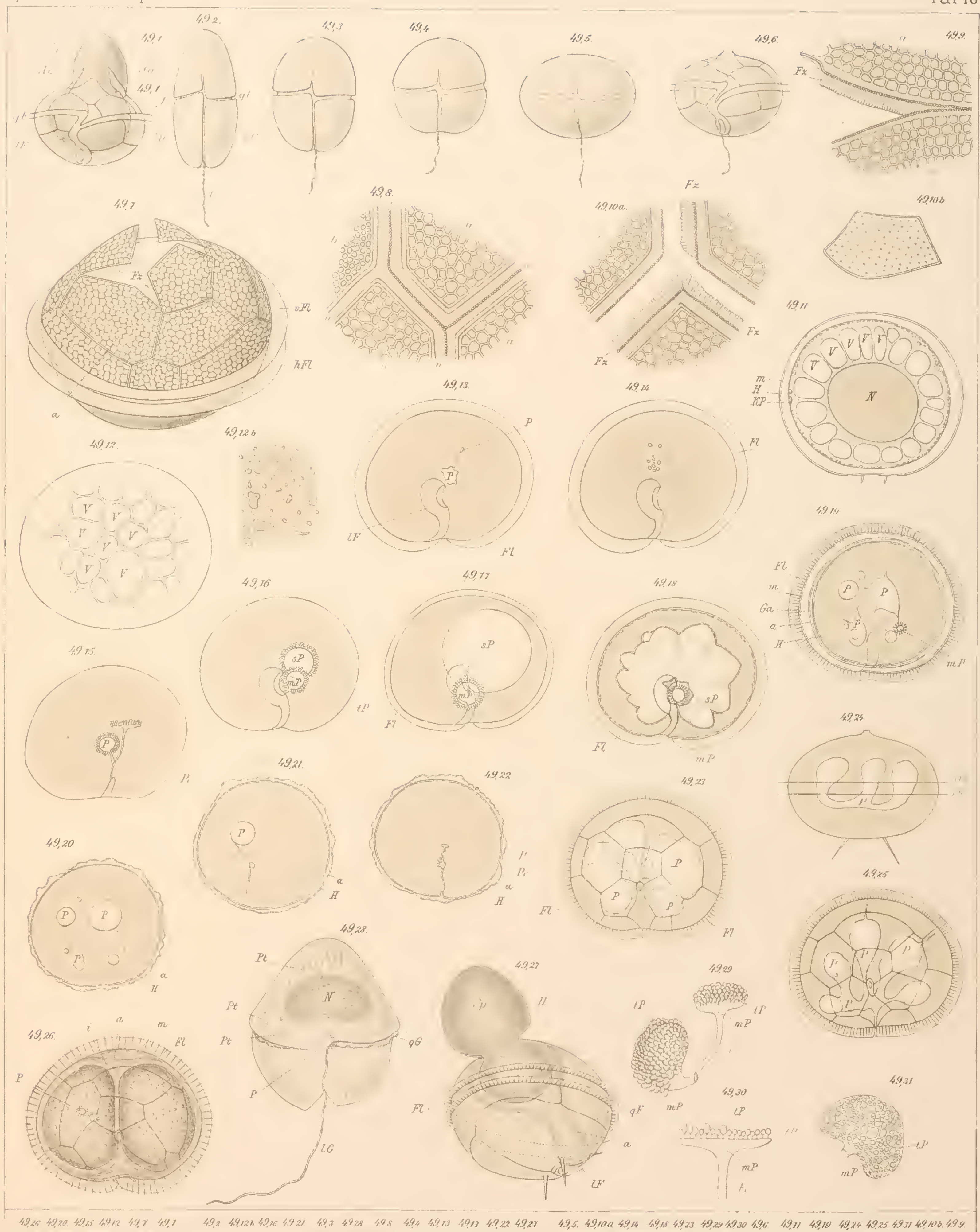
F. Schütt del.

Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel & Leipzig

Schütt, Peridineen.

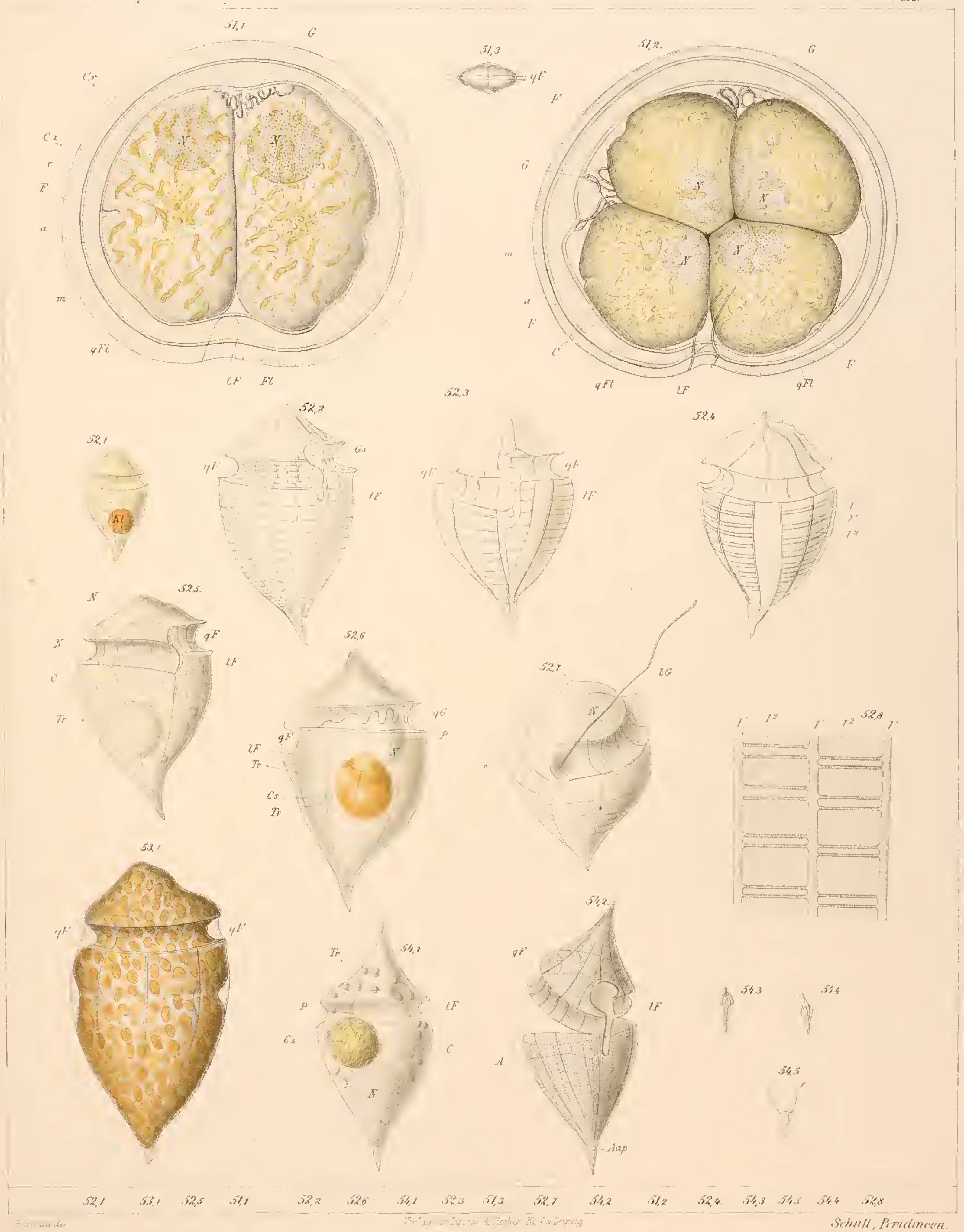
Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin.



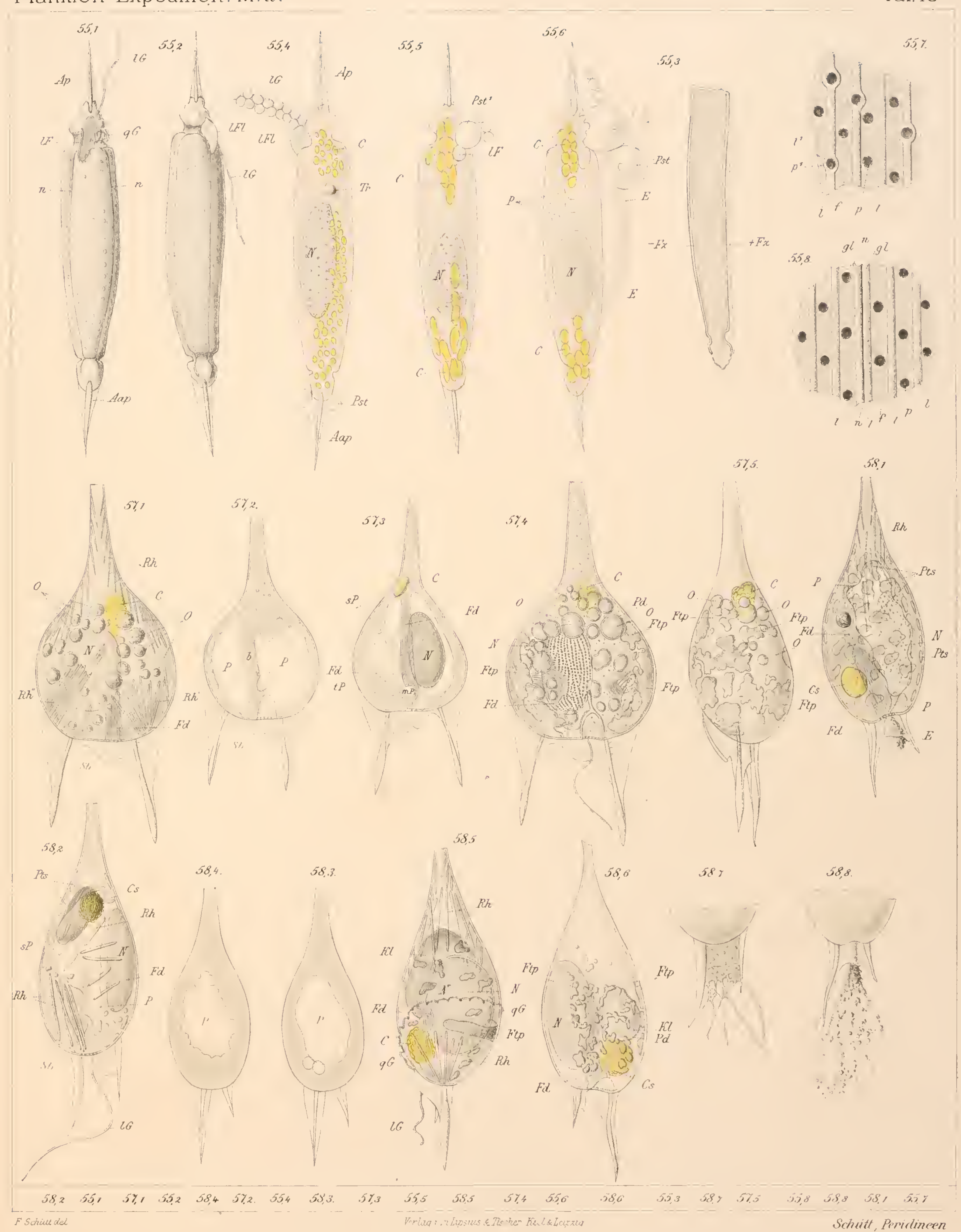


Schütt, Peridineen.



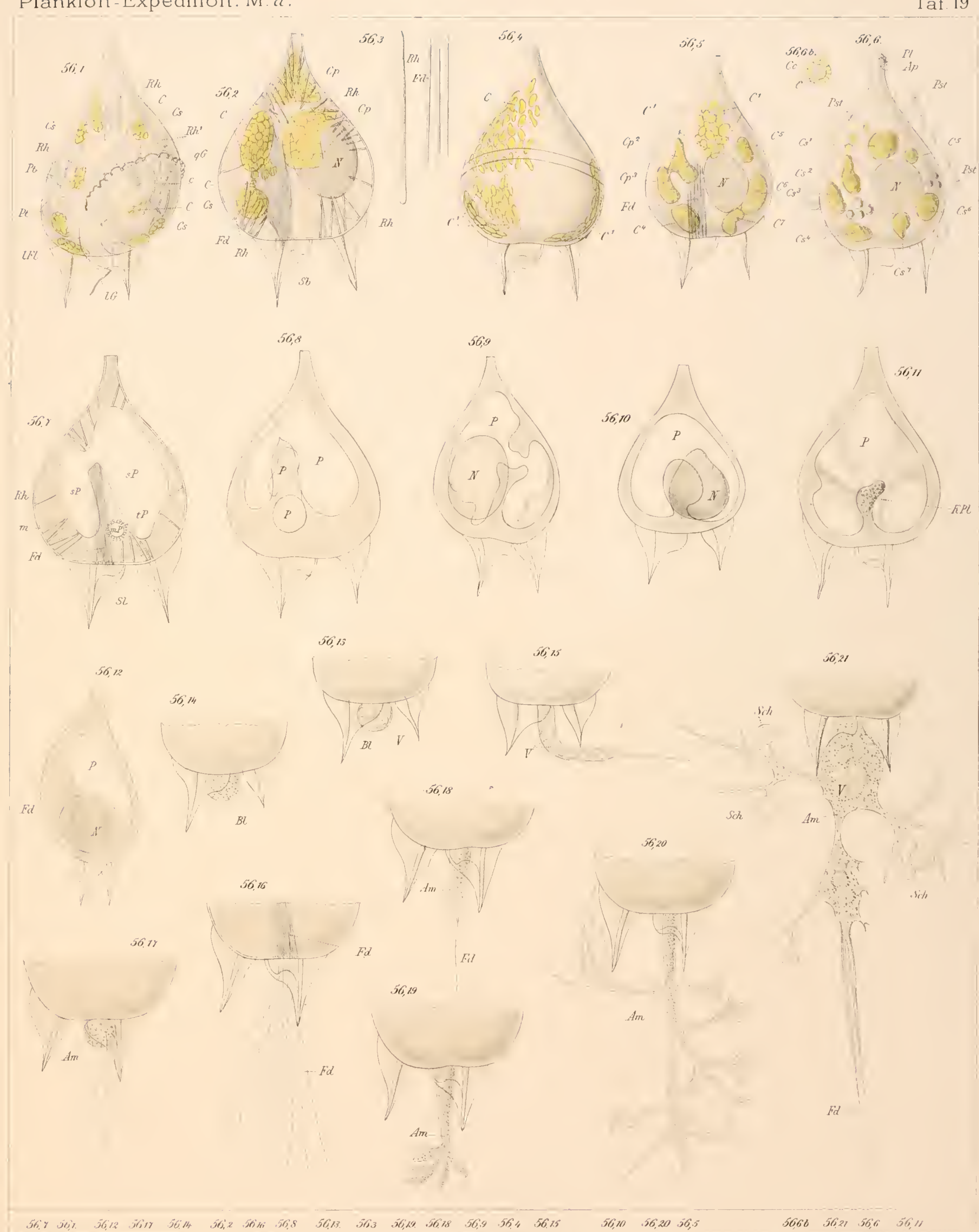

51,1
51,2.
51,3
52,1
52,2
52,3
52,4
52,5.
52,6
52,7
52,8
53,1
54,1
54,2.
54,3
54,4
54,5
52,1 53,1 52,5 51,1 52,2 52,6 54,1 52,3 51,3 52,7 54,2 51,2 52,4 54,3 54,5 54,4 52,8





F. Schütt del.
Verlag v. Lipsius & Tischer Kiel & Leipzig
Schütt, Peridineen
Lith. Anst. v. E. Laue Berlin





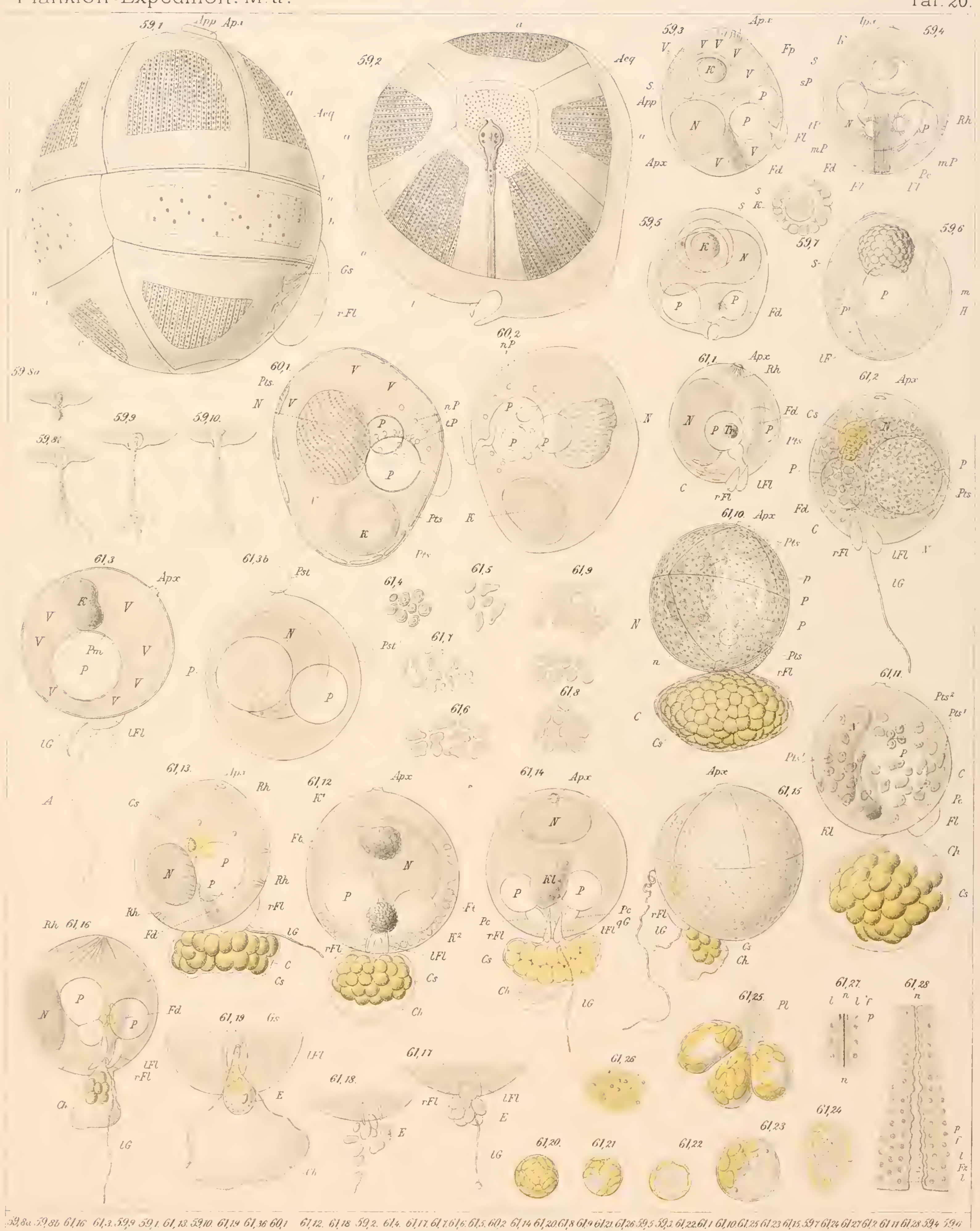
F. Schütt del.

Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel u. Leipzig

Schütt, Peridineen

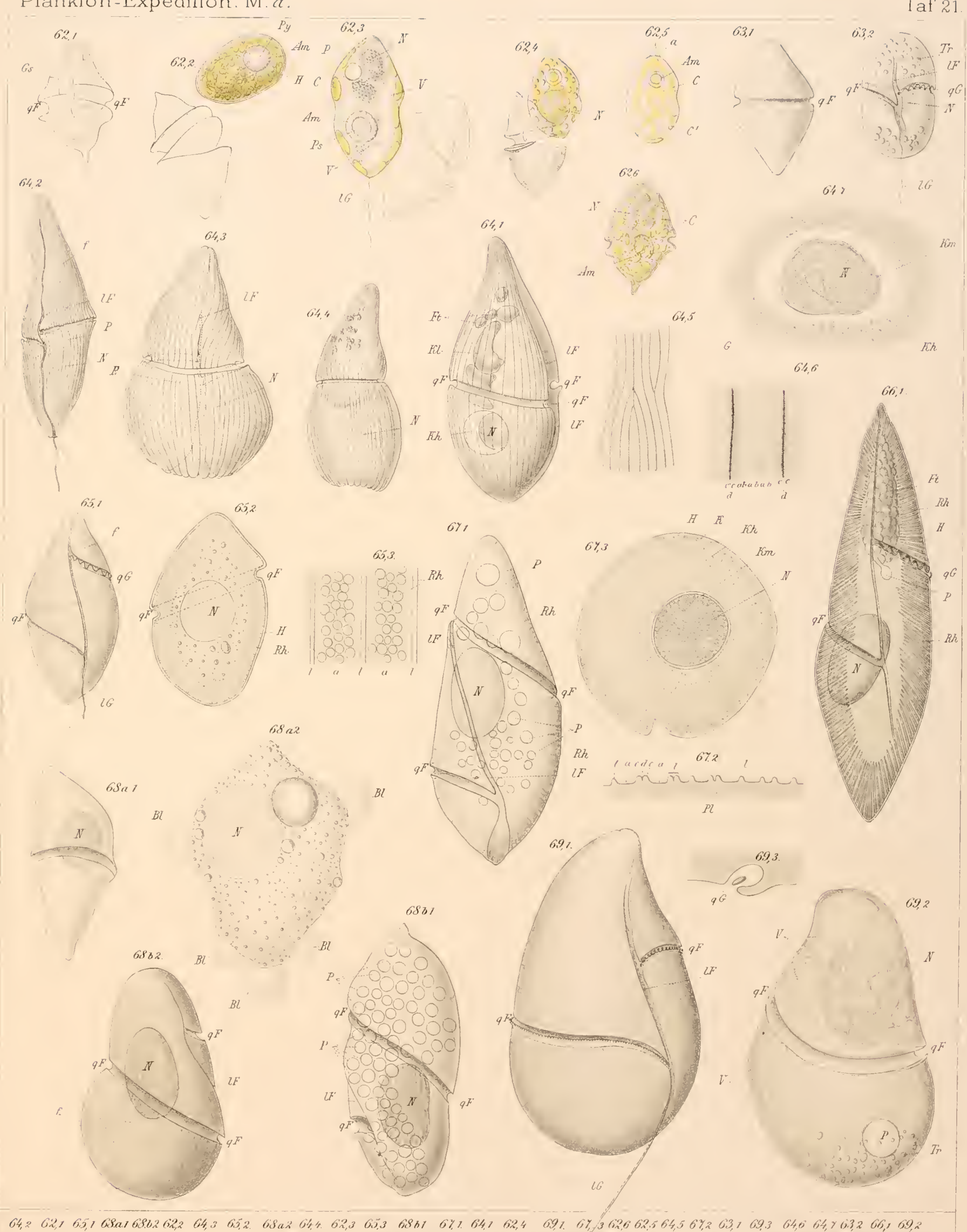
Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin





Schütt, Peridineen

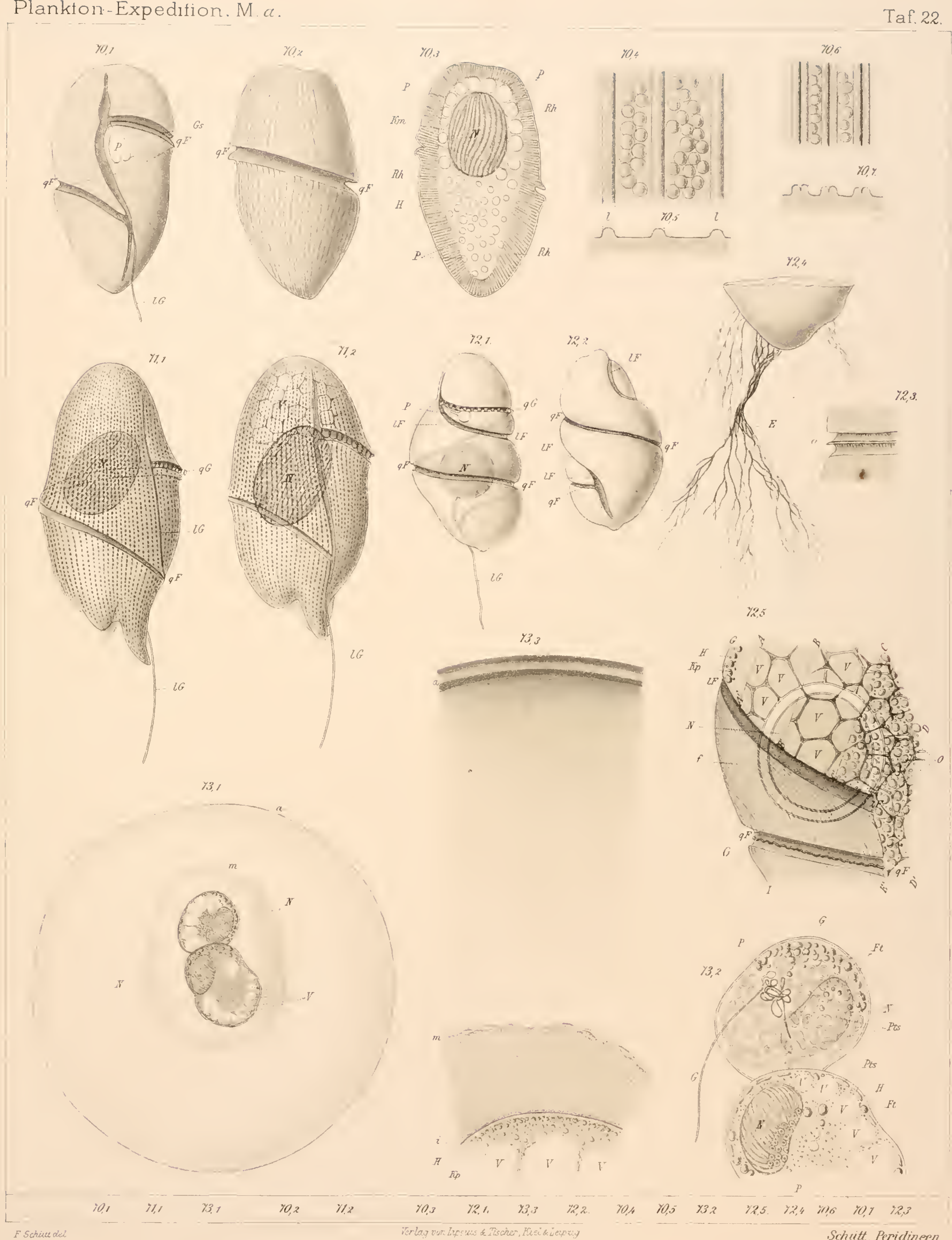




F. Schütt del. Verlag von Lipsius & Tischer Kiel & Leipzig Schütt, Peridineen.

Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin.

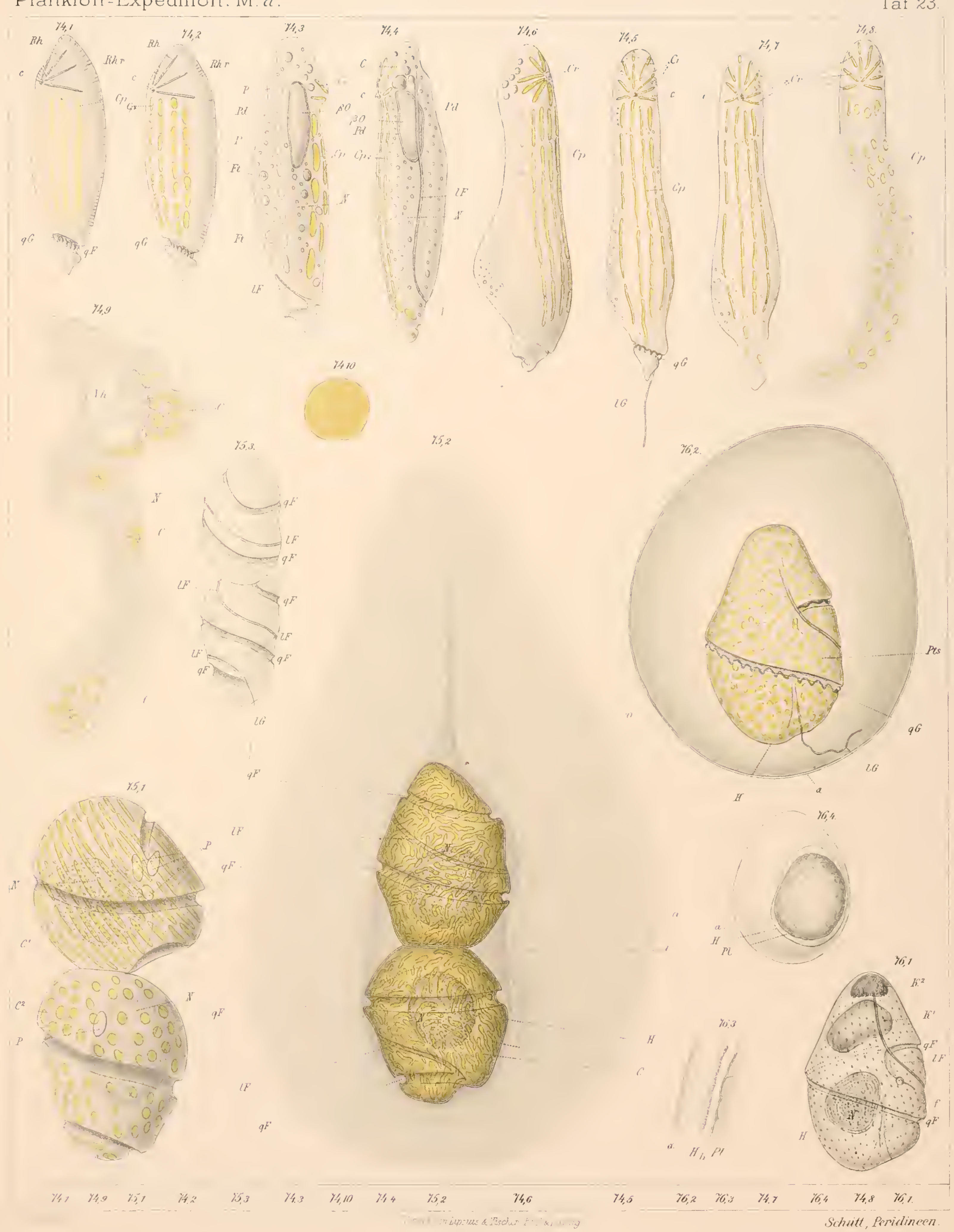




F. Schütt del. Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel & Leipzig Schütt, Peridineen.

Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin.





Lith. Anst. v. F. Laue Berlin.



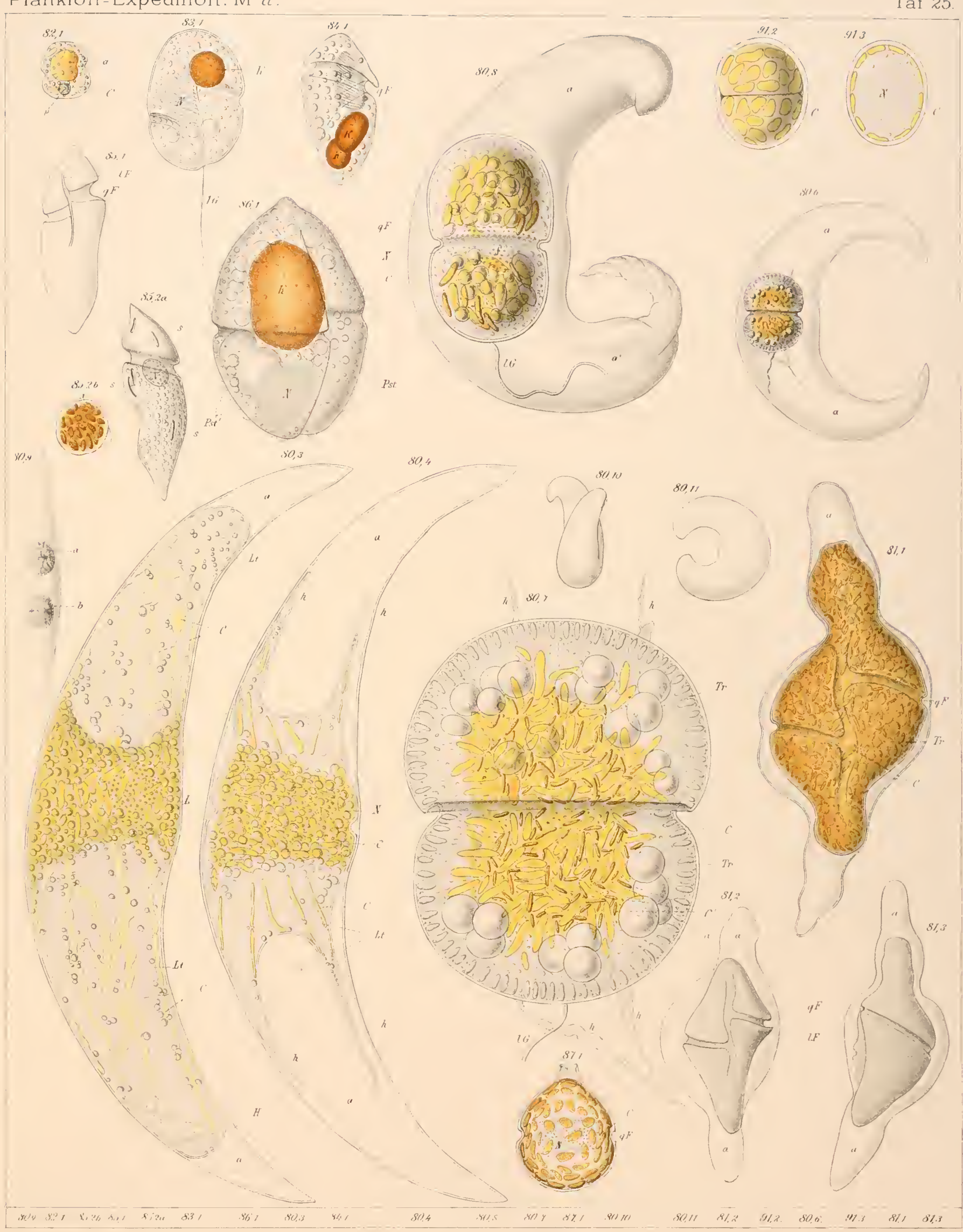


Verlag von Lipsius & Tischer Kiel & Leipzig

Schütt, Peridineen.

Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin.




80,9 82,1 85,2b 85,1 85,2a 83,1 86,1 80,3 84,1 80,4 80,8 80,7 87,1 80,10 80,11 81,2 91,2 80,6 91,3 81,1 81,3

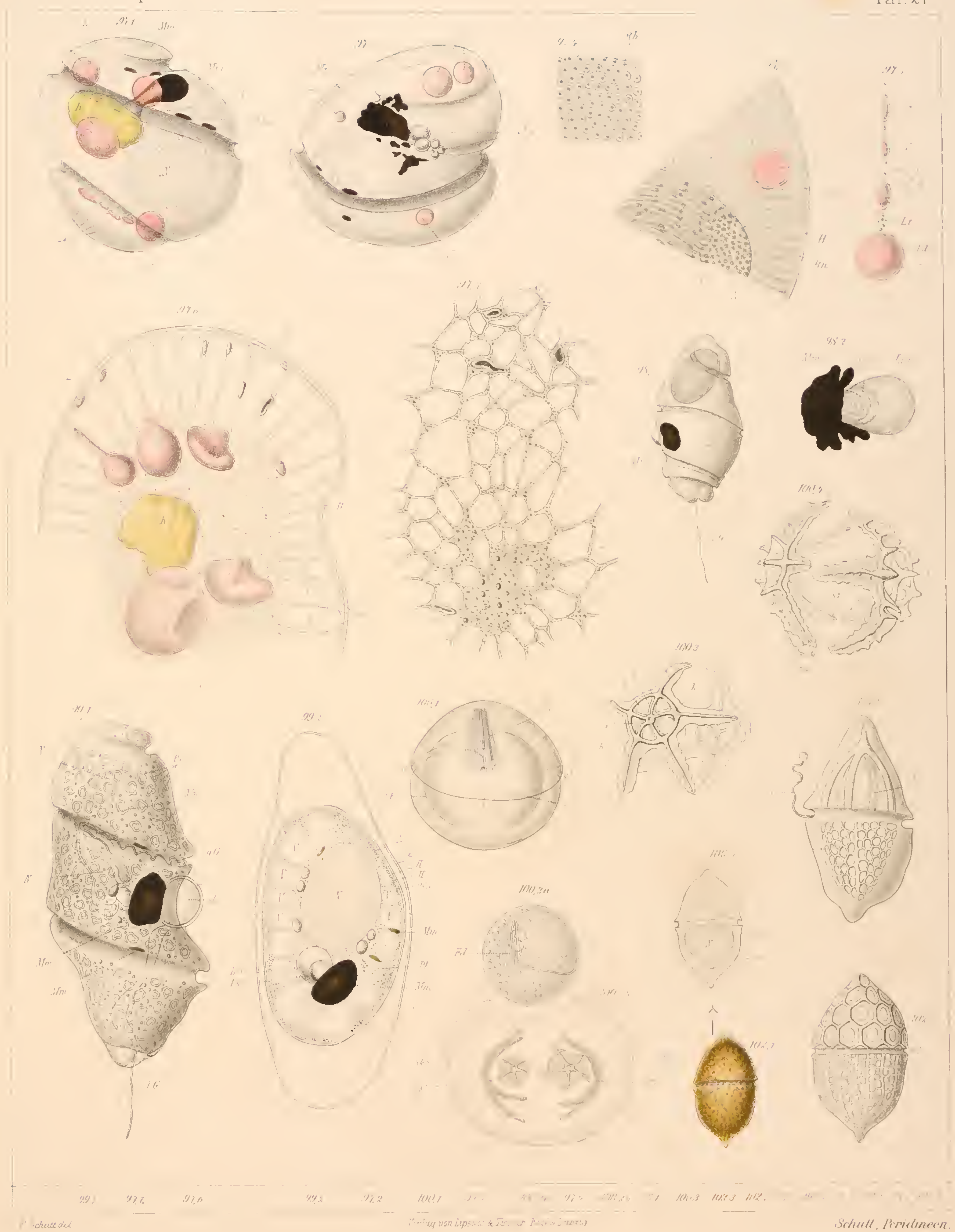




F. Schütt del. Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel & Leipzig. Schütt, Peridineen.

Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin.





Schütt del. Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel u. Leipzig. Lith. Anst. v. E. Laue, Berlin. Schütt, Peridineen.













